Ihr Spezialist für
Mess- und Prüfgeräte

MESSBAR MEHR.
dataTec

Agilent Technologies
Authorized Distributor

USB-Leistungsmess-köpfe der Agilent U2000-Serie

Betriebs- und Servicehandbuch

dataTec GmbH · Ferdinand-Lassalle-Str. 52 · 72770 Reutlingen · Telefon 07121 / 51 50 50 · Telefax 07121 / 51 50 10 · info@datatec.de · www.datatec.de

Hinweise

© Agilent Technologies, Inc. 2007, 2008

Vervielfältigung, Anpassung oder Übersetzung ist gemäß den Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes ohne vorherige schriftliche Genehmigung durch die Firma Agilent Technologies verboten.

Handbuchteilenummer

U2000-90401

Ausgabe

Dritte Ausgabe, 14. November 2008

Gedruckt in Malaysia

Agilent Technologies, Inc.
5301 Stevens Creek Blvd.
Santa Clara, CA 95052 USA

Garantie

Das in diesem Dokument enthaltene Material wird im vorliegenden Zustand zur Verfügung gestellt und kann in zukünftigen Ausgaben ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Agilent Technologies übernimmt keinerlei Gewährleistung für die in dieser Dokumentation enthaltenen Informationen, insbesondere nicht für deren Eignung oder Tauglichkeit für einen bestimmten Zweck. Agilent Technologies übernimmt keine Haftung für Fehler, die in diesem Dokument enthalten sind, und für zufällige Schäden oder Folgeschäden im Zusammenhang mit der Lieferung, Ingebrauchnahme oder Benutzung dieser Dokumentation. Falls zwischen Agilent und dem Benutzer eine schriftliche Vereinbarung mit abweichenden Gewährleistungsbedingungen hinsichtlich der in diesem Dokument enthaltenen Informationen existiert, so gelten diese schriftlich vereinbarten Bedingungen.

Technologielizenzen

Die in diesem Dokument beschriebene Hardware und/oder Software wird unter einer Lizenz geliefert und darf nur entsprechend den Lizenzbedingungen genutzt oder kopiert werden.

Nutzungsbeschränkungen

U.S. Government Restricted Rights (eingeschränkte Rechte für die US-Regierung). Die der Bundesregierung gewährten Rechte bezüglich Software und technischer Daten gehen nicht über diese Rechte hinaus, die üblicherweise Endbenutzern gewährt werden. Agilent stellt diese handelsübliche kommerzielle Lizenz für Software und technische Daten gemäß FAR 12.211 (technische Daten) und 12.212 (Computer-Software) – für das US-Verteidigungsministerium – gemäß DFARS 252.227-7015 (technische Daten – kommerzielle Produkte) und DFARS 227.7202-3 (Rechte an kommerzieller Computer-Software oder Computer-Software-Dokumentation) bereit.

Sicherheitshinweise

VORSICHT

Ein Hinweis mit der Überschrift **VORSICHT** weist auf eine Gefahr hin. Er macht auf einen Betriebsablauf oder ein Verfahren aufmerksam, der bzw. das bei unsachgemäßer Durchführung zur Beschädigung des Produkts oder zum Verlust wichtiger Daten führen kann. Setzen Sie den Vorgang nach dem Hinweis **VORSICHT** nicht fort, wenn Sie die darin aufgeführten Hinweise nicht vollständig verstanden haben und einhalten können.

WARNUNG

Eine WARNUNG weist auf eine Gefahr hin. Sie macht auf einen Betriebsablauf oder ein Verfahren aufmerksam, der bzw. das bei unsachgemäßer Durchführung zu Verletzungen oder zum Tod führen kann. Setzen Sie den Vorgang nach einem Hinweise mit der Überschrift WARNUNG nicht fort, wenn Sie die darin aufgeführten Hinweise nicht vollständig verstanden haben und einhalten können.

Zertifizierung

Agilent Technologies bestätigt, dass dieses Produkt zum Zeitpunkt der Lieferung den angegebenen Spezifikationen gerecht wurde. Darüber hinaus bestätigt Agilent Technologies, dass die Kalibrierungsmessungen auf das United States National Institute of Standard and Technology zurückzuführen sind, und zwar im für die Kalibrierungseinrichtung des Instituts und für Kalibrierungseinrichtungen anderer Mitglieder der International Standards Organization erlaubten Umfang.

Garantieeinschränkungen

Die oben beschriebene Garantie gilt nicht für Defekte, die auf unsachgemäße oder unzureichende Wartung durch den Käufer zurückzuführen sind, vom Käufer bereitgestellte Software oder Kopplungen, nicht autorisierte Änderungen oder Missbrauch, den Gebrauch außerhalb der Umgebungsspezifikationen für dieses Produkt oder unsachgemäße Standortvorbereitung oder Wartung. ES WERDEN KEINE ANDEREN GARANTIEN WEDER AUSDRÜCKLICH NOCH STILLSCHWEIGEND ÜBERNOMMEN. AGILENT TECHNOLOGIES ÜBERNIMMT INSBESONDERE KEINE STILLSCHWEIGENDEN GARANTIEN HINSICHTLICH MARKTGÄNGIGKEIT UND EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK.

Exklusive Problembehandlung

DIE HIERIN BEREITGESTELLTEN MITTEL ZUR PROBLEMBEHANDLUNG SIND DIE EINZIGEN UND EXKLUSIVEN MITTEL FÜR DEN KÄUFER. AGILENT TECHNOLOGIES ÜBERNIMMT KEINE HAFTUNG FÜR DIREKTE, INDIREKTE, BESONDERE, VERSEHENTLICHE ODER FOLGESCHÄDEN, DIE ENTWEDER AUF VERTRAG, SCHADENSERSATZ ODER EINER ANDEREN RECHTLICHEN THEORIE BASIEREN.

Sicherheitszusammenfassung

Die folgenden allgemeinen Sicherheitsvorkehrungen müssen während aller Betriebsphasen dieses Instruments beachtet werden. Durch Missachtung dieser Sicherheitsvorkehrungen oder bestimmter Warnungen an einer anderen Stelle dieses Handbuchs werden die Sicherheitsstandards beim Entwurf, bei der Bereitstellung und bei der vorgesehenen Verwendung dieses Instruments verletzt. Agilent Technologies, Inc. übernimmt bei Missachtung dieser Voraussetzungen durch den Kunden keine Haftung.

Sicherheitshinweise

WARNUNG

Eine WARNUNG weist auf eine Gefahr hin. Sie macht auf einen Betriebsablauf oder ein Verfahren aufmerksam, der bzw. das bei unsachgemäßer Durchführung zu Verletzungen oder zum Tod führen kann. Setzen Sie den Vorgang nach einem Hinweise mit der Überschrift WARNUNG nicht fort, wenn Sie die darin aufgeführten Hinweise nicht vollständig verstanden haben und einhalten können.

VORSICHT

Ein Hinweis mit der Überschrift **VORSICHT** weist auf eine Gefahr hin. Er macht auf einen Betriebsablauf oder ein Verfahren aufmerksam, der bzw. das bei unsachgemäßer Durchführung zur Beschädigung des Produkts oder zum Verlust wichtiger Daten führen kann. Setzen Sie den Vorgang nach dem Hinweis **VORSICHT** nicht fort, wenn Sie die darin aufgeführten Hinweise nicht vollständig verstanden haben und einhalten können.

Sicherheitssymbole

Die folgenden Symbole auf dem Gerät und in der Dokumentation deuten auf Vorkehrungen hin, die ausgeführt werden müssen, um den sicheren Betrieb dieses Geräts zu gewährleisten.

	Gleichstrom		Ein (Netzteil)
	Wechselstrom		Aus (Netzteil)
	Sowohl Gleich- als auch Wechselstrom		Durch DOPPELISOLIERUNG oder VERSTÄRKTE ISOLIERUNG isoelektrisch geschützt
	Drei-Phasen-Wechselstrom		Vorsicht, Stromschlagrisiko
	Erdung		Vorsicht, Stromschlagrisiko (spezifische Warn- und Vorsichts-hinweise finden Sie im Handbuch)
	Schutzleiteranschluss		Vorsicht, heiße Oberfläche
	Rahmen- oder Gehäuseanschluss		Aus-Stellung eines bistabilen Druckknopfes
	Equipotenzialität		Ein-Stellung eines bistabilen Druckknopfes

Aufsichtsrechtliche Kennzeichnungen

ESD-empfindlich	Dieses Symbol weist darauf hin, dass ein Gerät oder Teil eines Geräts für elektrostatische Entladungen (ESD) anfällig sein kann, welche zur Beschädigung des Produkts führen können. Beachten Sie die ESD-Sicherheitsvorkehrungen am Produkt oder in dessen Benutzer-Dokumentation bei der Bedienung von Geräten, die dieses Zeichen tragen.
CE ISM 1- A	Das CE-Zeichen gibt an, dass das Produkt allen relevanten europäischen rechtlichen Richtlinien entspricht.
 N10149	Das C-Tick-Zeichen ist eine registrierte Marke der Spectrum Management Agency of Australia. Dies kennzeichnet die Einhaltung der australischen EMC Rahmenrichtlinien gemäß den Bestimmungen des Radio Communication Act von 1992.
	Dieses Produkt entspricht der Kennzeichnungsanforderung der WEEE-Richtlinie (2002/96/EC). Die fixierte Produktkennzeichnung gibt an, dass dieses elektrische/elektronische Produkt nicht im Hausmüll entsorgt werden darf.
ICES / NMB- 001	ICES/NMB-001 gibt an, dass dieses ISM-Gerät der kanadischen Norm ICES-001 entspricht. Cet appareil ISM est confomre à la norme NMB-001 du Canada.

Europäische Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (Waste Electrical and Electronic Equipment, WEEE) 20002/96/EC

Dieses Gerät entspricht der Kennzeichnungsanforderung der WEEE-Richtlinie (2002/96/EC). Dieses angebrachte Produktetikett weist darauf hin, dass Sie dieses elektrische/elektronische Produkt nicht im Hausmüll entsorgen dürfen.

Produktkategorie:

In Bezug auf die Ausrüstungstypen in Zusatz 1 der WEEE-Richtlinie gilt dieses Gerät als „Überwachungs- und Kontrollinstrument“.

Die fixierte Produktkennzeichnung ist nachstehend dargestellt:

Entsorgen Sie dieses Gerät nicht im Hausmüll

Zur Entsorgung dieses Geräts wenden Sie sich an die nächste Agilent Geschäftsstelle oder informieren Sie sich unter:

www.agilent.com/environment/product

Dort erhalten Sie weitere Informationen.

Allgemeine Sicherheitsinformationen

Die folgenden allgemeinen Sicherheitsvorkehrungen müssen während aller Betriebsphasen dieses Instruments beachtet werden. Durch Missachtung dieser Sicherheitsvorkehrungen oder bestimmter Warnungen an einer anderen Stelle dieses Handbuchs werden die Sicherheitsstandards beim Entwurf, bei der Bereitstellung und bei der vorgesehenen Verwendung dieses Instruments verletzt. Agilent Technologies, Inc. übernimmt bei Missachtung dieser Voraussetzungen durch den Kunden keine Haftung.

WARNUNG

BEVOR SIE DEN LEISTUNGSMESSKOPF AN ANDERE GERÄTE ANSCHLIESSEN, stellen Sie sicher, dass alle Geräte an Schutzerde (Masse) angeschlossen sind. Bei einer Unterbrechung der Schutzerde besteht die Gefahr eines elektrischen Schlages, Verletzungen sind nicht auszuschließen.

VORSICHT

- Verwenden Sie die im Lieferumfang des Geräts enthaltenen Kabel.
- Reparatur- oder Servicemaßnahmen, die in diesem Handbuch nicht erwähnt werden, sind nur von qualifiziertem Personal durchführbar.

Umgebungsbedingungen

Dieses Gerät wurde nur für den Innengebrauch konzipiert: Die Tabelle zeigt die allgemeinen Anforderungen für dieses Produkt.

Umgebungs-bedingungen	Anforderungen
Temperatur	0 °C bis +55 °C (in Betrieb)
	-30 °C bis +70 °C (nicht in Betrieb)
Feuchtigkeit	In Betrieb bis zu 95 % relative Luftfeuchtigkeit bei 40 °C (keine Kondensation)
	Außer Betrieb bis zu 90 % bei 65 °C (keine Kondensation)
Höhe	Betrieb bei bis zu 4.600 Metern
	Außer Betrieb bei bis zu 4.600 Metern
Verschmutzung	Grad 2

VORSICHT

Die USB-Leistungsmessköpfe der Agilent U2000-Serie entsprechen folgenden Sicherheits- und EMC-Anforderungen:

- IEC 61010-1:2001/EN 61010-1:2001 (Zweite Ausgabe)
- IEC 61326:2002 / EN61326:1997+A1:1998+A2:2001+A3:2003
- Kanada: ICES-001:2004
- Australien/Neuseeland: AS/NZS CISPR11:2004

Agilent Technologies	**DECLARATION OF CONFORMITY** According to EN ISO/IEC 17050-1:2004	CE

Manufacturer's Name: Agilent Technologies Microwave Products (M) Sdn. Bhd
Manufacturer's Address: Bayan Lepas Free Industrial Zone,
11900, Bayan Lepas, Penang, Malaysia

Declares under sole responsibility that the product as originally delivered

Product Name: Agilent U2000 Series USB Power Sensor
Models Number: U2000A, U2000B, U2000H, U2001A, U2001B, U2001H, U2002A, U2002H, U2004A
Product Options: This declaration covers all options of the above product(s)

complies with the essential requirements of the following applicable European Directives, and carries the CE marking accordingly:

Low Voltage Directive (2006/95/EC)
EMC Directive (2004/108/EC)

and conforms with the following product standards:

	Standard	Limit
EMC	IEC 61326:2002 / EN 61326:1997+A1:1998+A2:2001+A3:2003	
	CISPR 11:1990 / EN55011:1990	Class A Group 1
	IEC 61000-4-2:1995 / EN 61000-4-2:1995	4 kV CD, 8 kV AD
	IEC 61000-4-3:1995 / EN 61000-4-3:1996	3 V/m, 80-1000 MHz
	IEC 61000-4-4:1995 / EN 61000-4-4:1995	0.5 kV signal lines, 1 kV power lines
	IEC 61000-4-5:1995 / EN 61000-4-5:1995	0.5 kV line-line, 1 kV line-ground
	IEC 61000-4-6:1996 / EN 61000-4-6:1996	3 V, 0.15-80 MHz
	IEC 61000-4-11:1994 / EN 61000-4-11:1994	1 cycle / 100%

Canada: ICES-001:2004
Australia/New Zealand: AS/NZS CISPR11:2004

The product was tested in a typical configuration with Agilent Technologies test systems.

Safety IEC 61010-1:2001 / EN 61010-1:2001

This DoC applies to above-listed products placed on the EU market after:

03-July-2008
Date

Tay Eng Su
Quality Manager

For further information, please contact your local Agilent Technologies sales office, agent or distributor, or Agilent Technologies Deutschland GmbH, Herrenberger Straße 130, 71034 Böblingen, Germany.

Template: A5971-5302-2, Rev. E U2000 Series DoC Revision 2.0

Product Regulations

EMC

	Performance Criteria
IEC 61326-1:2002 / EN 61326-1:1997+A1:1998+A2:2001+A3:2003	
CISPR 11:1990 / EN 55011:1990 – Group 1 Class A	
IEC 61000-4-2:1995 / EN 61000-4-2:1995 (ESD 4kV CD, 8kV AD)	A
IEC 61000-4-3:1995 / EN 61000-4-3:1996 (3V/m, 80% AM)	A
IEC 61000-4-4:1995 / EN 61000-4-4:1995 (EFT 0.5kV line-line, 1kV line-earth)	B
IEC 61000-4-5:1995 / EN 61000-4-5:1995 (Surge 0.5kV line-line, 1kV line-earth)	B
IEC 61000-4-6:1996 / EN 61000-4-6:1996 (3V, 0.15~80 MHz, 80% AM, power line)	A
IEC 61000-4-11:1994 / EN 61000-4-11:1994 (Dips 1 cycle, 100%)	B
Canada: ICES-001:2004	
Australia/New Zealand: AS/NZS CISPR11:2004	

Safety IEC 61010-1:2001 / EN 61010-1:2001

Additional Information:

The product herewith complies with the essential requirements of the Low Voltage Directive 2006/95/EC and the EMC Directive 2004/108/EC and carries the CE Marking accordingly (European Union).

[1]Performance Criteria:

A Pass - Normal operation, no effect.
B Pass - Temporary degradation, self recoverable.
C Pass - Temporary degradation, operator intervention required.
D Fail - Not recoverable, component damage.
N/A – Not applicable

Notes:

Regulatory Information for Canada

ICES/NMB-001:2004
This ISM device complies with Canadian ICES-001.
Cet appareil ISM est confomre à la norme NMB-001 du Canada.

Regulatory Information for Australia/New Zealand

This ISM device complies with Australian/New Zealand AS/NZS CISPR11:2004

N10149

Inhalt

Hinweise ii
Zertifizierung iii
Garantieeinschränkungen iii
Exklusive Problembehandlung iii
Sicherheitszusammenfassung iv
Sicherheitshinweise iv
Sicherheitssymbole v
Aufsichtsrechtliche Kennzeichnungen vi
Europäische Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (Waste Electrical and Electronic Equipment, WEEE) 20002/96/EC vii
Allgemeine Sicherheitsinformationen viii
Umgebungsbedingungen ix

1 Einleitung

Allgemeine Informationen 2
- Systemanforderungen 12

Produktüberblick 3
Die LED-Anzeige 4
Arbeitsweise 6
Die USB-Leistungsmessköpfe der U2000-Serie im Detail 9
Erste Schritte 11
- Eingangsprüfung 11
- Paketinhalt 11
- Systemanforderungen 12
- Überprüfen der Leistungsmesskopf-Firmware 12

Hardwareinstallation und -konfiguration 15
- A. Installieren des USB-Leistungsmesskopfs der U2000-Serie 15
- B. Überprüfen des angeschlossenen Leistungsmesskopfs 18
- C. Konfigurieren des Leistungsmesskopfes über den Power Analysis Manager 20

2 Messungen vornehmen

Konfigurationseinstellungen des Leistungsmesskopfs 22

Messgenauigkeit und -geschwindigkeit 24

- Einstellung des Messbereichs 24
- Überlegungen zur Messung 25

INTerne und EXTerne Nullstellung 27

Leistungsdurchlauf oder Frequenzdurchlauf 29

Schrittermittlung 30

3 Spezifikationen und Eigenschaften

Einleitung 32

Spezifikationen 34

- Frequenz- und Leistungsbereiche 34
- Anschlusstyp 34
- Maximales SWR (25 °C ±10 °C) 35
- SWR Plots für USB-Leistungsmessköpfe der U2000-Serie 36
- Maximales SWR (0 °C bis 55 °C) 41
- Maximale Leistung 43
- Leistungsgenauigkeit 44
- Übergangspunkt 47
- Nullstellung, Nullpunktverschiebung und Messrauschen 48
- Einschwingzeit 50
- Kalibrierfaktor und Reflektionskoeffizient 52
- Unbestimmtheit des Kalibrierfaktors 53
- Trigger 55
- Zeitgesteuerte Messungen 56

Allgemeine Eigenschaften 57

4 Betriebsablauf

Allgemeine Informationen 58

- Reinigung 58
- Reinigung des Anschlusses 58

Funktionsprüfung 59

- Funktionsprüfung von Welligkeitsfaktor (SWR) und Reflexionskoeffizient (Rho) 59

Austauschbare Teile 62

Betriebsablauf 64

Fehlerbehebung 64

Reparieren eines fehlerhaften Messkopfs 64

Demontage und Montage 65

Demontage und Montage des Dämpfungsgliedes für U2000B und U2001B 67

5 Anhang

Anhang A: Nullstellung, Nullpunkverschiebung und Messrauschen 70

Liste der Abbildungen

Abbildung 1-1 LED-Anzeigereihenfolge beim Einschalten 5
Abbildung 1-2 Blockdiagramm des RF-/Mikrowellen-USB-Leistungsmesskopfs 8
Abbildung 1-3 Vereinfachtes Blockdiagramm, Diodenpaar/Dämpfungsglied/Diodenpaar 9
Abbildung 1-4 Agilent IO Libraries Suite 13
Abbildung 1-5 Anzeige für die Geräteeigenschaften des Power Analysis Managers 14
Abbildung 1-6 Anzeige für das Kalibrierdatum 14
Abbildung 1-7 Das Fenster „Assistent für das Suchen neuer Hardware“ (Found New Hardware Wizard) 15
Abbildung 1-8 Treiberinstallation im Assistenten für das Suchen neuer Hardware 16
Abbildung 1-9 Warnmeldung im Fenster „Hardwareinstallation“ 16
Abbildung 1-10 Fertigstellen der Software- und Hardwaretreiberinstallationen 17
Abbildung 1-11 Konfiguration des USB-Gerätealias 17
Abbildung 1-12 Agilent Connection Expert mit einer Liste der auf dem PC vorhandenen Geräte-E/A 18
Abbildung 1-13 Das Dialogfenster „Agilent Interactive IO“ 18
Abbildung 1-14 Ermitteln des angezeigten angeschlossenen Leistungsmesskopfes 19
Abbildung 2-1 Einstellungen für die Auto-Mittelbildung 23
Abbildung 2-2 Wählen Sie unter „Zero Typ“ entweder INT oder EXT aus. 28
Abbildung 3-1 U2000A: Typisches SWR (25 °C ±10 °C) 36
Abbildung 3-2 U2001A: Typisches SWR (25 °C ±10 °C) 37
Abbildung 3-3 U2002A: Typisches SWR (25 °C ±10 °C) 37
Abbildung 3-4 U2004A: Typisches SWR (25 °C ±10 °C) 38
Abbildung 3-5 U2000H: Typisches SWR (25 °C ±10 °C) 38
Abbildung 3-6 U2001H: Typisches SWR (25 °C ±10 °C) 39
Abbildung 3-7 U2002H: Typisches SWR (25 °C ±10 °C) 39
Abbildung 3-8 U2000B: Typisches SWR (25 °C ±10 °C) 40
Abbildung 3-9 U2001B: Typisches SWR (25 °C ±10 °C) 40
Abbildung 3-10 Typische Leistungsgenauigkeit bei 25 °C für U2000/1/2/4A Modelle 45
Abbildung 3-11 Typische Leistungsgenauigkeit bei 25 °C für U2000/1B Modelle 45
Abbildung 3-12 Typische Leistungsgenauigkeit bei 25 °C für U2000/1/2H Modelle 46
Abbildung 3-13 Autofilter der U2000-Serie, Standardauflösung, leistungssenkender Schritt von 10 dB (keine Überschreitung des Übergangspunkts) 51

Liste der Tabellen

Tabelle 1-1 Status der LED-Anzeige und deren Beschreibung 4
Tabelle 2-1 Messbereiche 24
Tabelle 2-2 Übergangswertbereiche 25
Tabelle 3-1 Leistungsgenauigkeit (mit Ausnahmen) 44
Tabelle 3-2 Einschwingzeit für Normalmodus und x2-Modus 50
Tabelle 3-3 Rauschmultiplikator für Normalmodus und x2-Modus 50
Tabelle 4-1 Leistungsmesskopf SWR und Reflexionskoeffizient für den U2000A 59
Tabelle 4-2 Leistungsmesskopf SWR und Reflexionskoeffizient für den U2001A 59
Tabelle 4-3 Leistungsmesskopf SWR und Reflexionskoeffizient für den U2002A 60
Tabelle 4-4 Leistungsmesskopf SWR und Reflexionskoeffizient für den U2004A 60
Tabelle 4-5 Leistungsmesskopf SWR und Reflexionskoeffizient für den U2000H 60
Tabelle 4-6 Leistungsmesskopf SWR und Reflexionskoeffizient für den U2001H 61
Tabelle 4-7 Leistungsmesskopf SWR und Reflexionskoeffizient für den U2002H 61
Tabelle 4-8 Leistungsmesskopf SWR und Reflexionskoeffizient für den U2000B 61
Tabelle 4-9 Leistungsmesskopf SWR und Reflexionskoeffizient für den U2001B 61
Tabelle 4-10 Austauschbare Teile 63
Tabelle 4-11 Demontage 65
Tabelle 4-12 Demontage des Dämpfungsgliedes 67
Tabelle 4-13 Montage des Dämpfungsgliedes 68
Tabelle 5-1 Nullstellung, Nullpunkverschiebung und Messrauschen 70

1 Einleitung

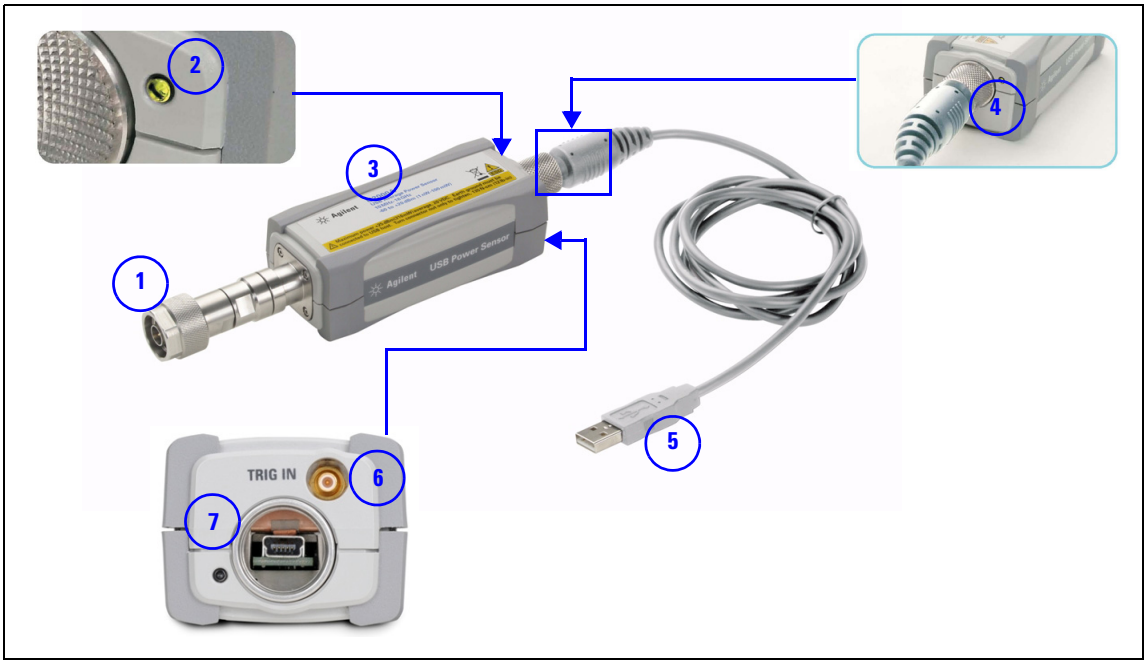
Allgemeine Informationen 2
Produktüberblick 3
Die LED-Anzeige 4
Arbeitsweise 6
Erste Schritte 11
Hardwareinstallation und -konfiguration 15

Dieses Kapitel bietet eine Einführung zu den USB- Leistungsmessköpfen der Agilent U2000- Serie und enthält nähere Informationen zu deren Einsatz, den Mindestanforderungen für die Leistungsmessköpfe und eine kurze Einführung zum Agilent N1918A Power Analysis Manager.

Allgemeine Informationen

Dieses Handbuch enthält Informationen zu Erstinspektion, Einsatz, Spezifikationen und Instandsetzung der USB- Leistungsmessköpfe der U2000- Serie. Die nachstehende Abbildung zeigt die Produktfamilie der USB- Leistungsmessköpfe der Agilent U2000- Serie.

Produktüberblick



Nr.	Teil	Funktionen
1	RF-Eingangsanschluss	Ermöglicht RF-/Mikrowellensignaleingang
2	LED-Anzeige	Zeigt die Status des Leistungsmesskopfes an. Weitere Informationen finden Sie unter “Die LED-Anzeige”.
3	Messkopfkörper	Enthält die Kernkomponenten des Leistungskopfsensors
4	Physischer Sperr-mechanismus	Gewährleistet einen sicheren Sperrmechanismus
5	Kompatibel mit USB 2.0-Kabel	Zur Verbindung des Leistungsmesskopfes mit dem PC oder anderen Geräten
6	Externer Triggeranschluss	Ermöglicht die Synchronisierung mit externen Geräten oder Ereignissen
7	USB-Anschluss	Ermöglicht USB-Konnektivität

Die LED-Anzeige

Die LED- Anzeige befindet sich auf der Rückseite des USB- Leistungsmesskopfes der U2000- Serie. Die folgende Tabelle enthält die Status der LED-Anzeige und deren Beschreibung.

Tabelle 1-1 Status der LED-Anzeige und deren Beschreibung

LED-Anzeige	Beschreibung
GRÜNES Blinken	Gerät im Kommunikationsmodus. Beispiel: Senden von SCPI-Befehlen oder Lesen von Daten
ROTES Blinken	**Fehler – Ereignis mit höchster Priorität** Fehler aufgrund eines Hardware-/Betriebssystem-/Selbsttest-problems. Alle anderen LED-Anzeigen funktionieren nicht, solange der Fehler nicht behoben wurde. Die Fehlermeldung kann durch Senden des Befehls SYST:ERR? gelesen werden. Benutzern wird empfohlen, den USB-Leistungsmesskopf der U2000-Serie an Agilent zu schicken.
ROT	Fehler. Verwenden Sie den Befehl SYST:ERR?, um die Fehlermeldung zu lesen. Mit dem Lesen der Fehlermeldung wird auch das ROTE Blinken beendet. Benutzern wird empfohlen, die Meldung zu lesen, da Fehler u. U. zu fehlerhaften Messergebnissen führen. Beispiel einer Fehlerursache: **1** Syntaxfehler des SCPI-Befehls **2** Ungültiger Nullwert
GELB	Die Nullstellung wird ausgeführt. Das Senden von SCPI-Befehlen während des Nullstellungs-prozesses führt zu einem Fehler. Dies führt dazu, dass die LED-Anzeige auf ROT wechselt.

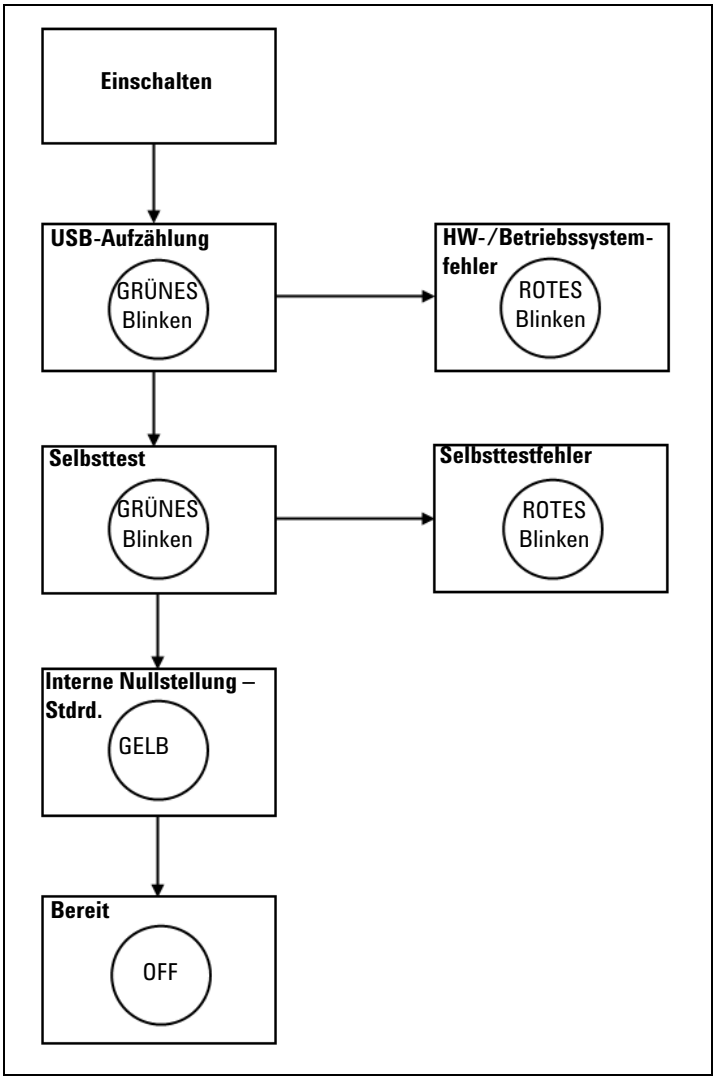


Abbildung 1-1 LED-Anzeigereihenfolge beim Einschalten

Arbeitsweise

Die USB- Leistungsmessköpfe der U2000- Serie funktionieren wie ein Leistungsmesser und Leistungsmesskopf in einem Gerät. Sie sind in der Lage, das Signal abzutasten, die Daten und Signalbedingungen zu erfassen, die Daten zu verarbeiten und die Kommunikationsfunktion wie in anderen Agilent Testgeräten auszuüben.

Den Messweg für niedrige Leistung bilden 2- Dioden- Stacks und der Messweg für hohe Leistung enthält 5- Dioden- Stacks, womit der Dynamikbereich über den quadratischen Ansprechbereich hinaus erweitert wird. Die Bereichsauswahl wird automatisch vom Produkt auf Grundlage der gemessenen Leistungspegel durchgeführt. Die Messelementtechnologie wurde zuvor in den gängigen Messköpfen der E9300- Serie verwendet. Die neue U2000- Serie enthält alle Signalbedingungen und Analog- zu- digital- Formatierungsfunktionen, die seit Jahren eingesetzt werden. Deshalb kann gewährleistet werden, dass die USB-
Leistungsmessköpfe der U2000- Serie sehr berechenbare Ergebnisse liefern.*

Die Hauptkomponente für das Messelement der U2000- Serie ist die RF- Eingangsanschlussbaugruppe, die eine Last von 50 Ω für das am Leistungsmesskopf anliegende RF- Signal bereitstellt. Eine im RF- Eingangsanschluss befindliche Mehrbereichs- GaAs- Diodenpaar/Dämpfungsglied/Diodenpaargruppe demoduliert das anliegende RF- Signal, um Gleichstromspannungen zu erzeugen (oberer und unterer Messbereich), die sich mit der RF- Leistung über die 50 Ω Last verändern. Dadurch ändert sich die Spannung mit der in der Last verlorenen RF- Leistung.

Die niedrige DC- Spannung aus der RF- Eingangsanschlussbaugruppe wird vom Signalformer aufgenommen, dem Teil des Produkts, das aus Isolierungsschalter, Zerhackerverstärkerschaltung und Hochleistungsverstärker besteht. Vom Messelement bis zum 14- Bit- ADC- Wandler (analog- zu- digital) sorgt Differenzelektronik für Signalintegrität und Rauschfestigkeit. Verstärker und Signalformer gewährleisten Verstärkungsstabilität und verhindern Abweichungen, bis die hochleistungsfähigen 14- Bit- ADC- Module erreicht werden. Von dort aus gelangen die digitalisierten Leistungsdaten in den Prozessor, der als integrierter Computer für den unabhängigen Messkopf betrieben wird.

* Agilent Fundamentals of RF and Microwave Power Measurements (Part 2), Power Sensors and Instrumentation, Literature Number 5988-9214EN

Anderson, Alan B., Oktober, 2000, Measuring Power Levels in Modern Communication Systems, MW/RF Magazine

Für Steuerung und Verarbeitung sorgt in dem Produkt ein integrierter Prozessor mit DSP- Funktion (Digital Signal Processing), der von einem 64- MB- SDRAM unterstützt wird. Die verfügbare Prozessorleistung ermöglicht die Implementierung eines Korrekturalgorithmus, wie z. B. Linearitätskorrektur, Kalibrierfaktor, Algorithmus für Temperaturausgleich und für interne Nullstellung. Die Korrekturfaktoren für die Produkte werden in einem 3- MB- Flash-
Speicher gespeichert. Bei der Implementierung des Algorithmus für Temperaturausgleich und für die interne Nullstellung überwacht der Prozessor kontinuierlich die Produkttemperaturen mithilfe eines Thermistors, der sich in der Umgebung des Diodenmesselements befindet. Siehe hierzu Abbildung 1- 3. Der auf TTL basierende Eingangsanschluss des Auslösers ermöglicht die Synchronisierung des Produkts mit Ereignissen. Die U2000- Serie unterstützt mit 480 MB/s eine hohe Datenübertragungsrate über USB- Konnektivität (Universal Serial Bus), die USB- TMC- kompatibel ist.

Die externe Nullstellung erfolgt ähnlich wie bei anderen Leistungsmessköpfen – die RF- Leistung wird vom Messkopf entfernt und der Messkopf anschließend auf Null gesetzt. Die interne Nullstellung ist ein neuer Typ der Nullstellung, wobei die RF- Leistung während der Nullstellung mit dem Messkopf verbunden bleiben kann. Der Leistungsmesskopf entfernt intern die RF- Leistung vom Diodenmesskopf im Messkopf.

Während der externen Nullstellung werden die Daten vom Front- End- Schaltkreis erfasst, inklusive RF- Diodenmesselement, Signalformer und Datenerfassungsschaltkreis. Die Nullinformationen werden dann verwendet. Wenden Sie während des Prozesses einer externen Nullstellung keine RF- /Mikrowellensignale am Durchführungsteil an. RF- /Mikrowellensignale, die vom Diodenmesskopf während der externen Nullstellung aufgenommen werden, werden als Teil des Rauschens betrachtet.

Während der internen Nullstellung werden die Isolierungsschalter im Messkopf geöffnet, um den Diodenmesskopf vom elektronischen Schaltkreis zu isolieren. Mit der verfügbaren Verarbeitungsleistung des integrierten DSP im Produkt wird der Algorithmus der internen Nullstellung auf die internen Nulldaten angewandt. Die interne Nullstellung vereinfacht den Produktbetrieb, indem das Schaltkreisrauschen entfernt wird, ohne dass das RF- Signal vom Produkt entfernt werden muss. So ermöglicht die interne Nullstellung die Durchführung einer Nullstellung bei Vorhandensein des RF- /Mikrowellensignals.

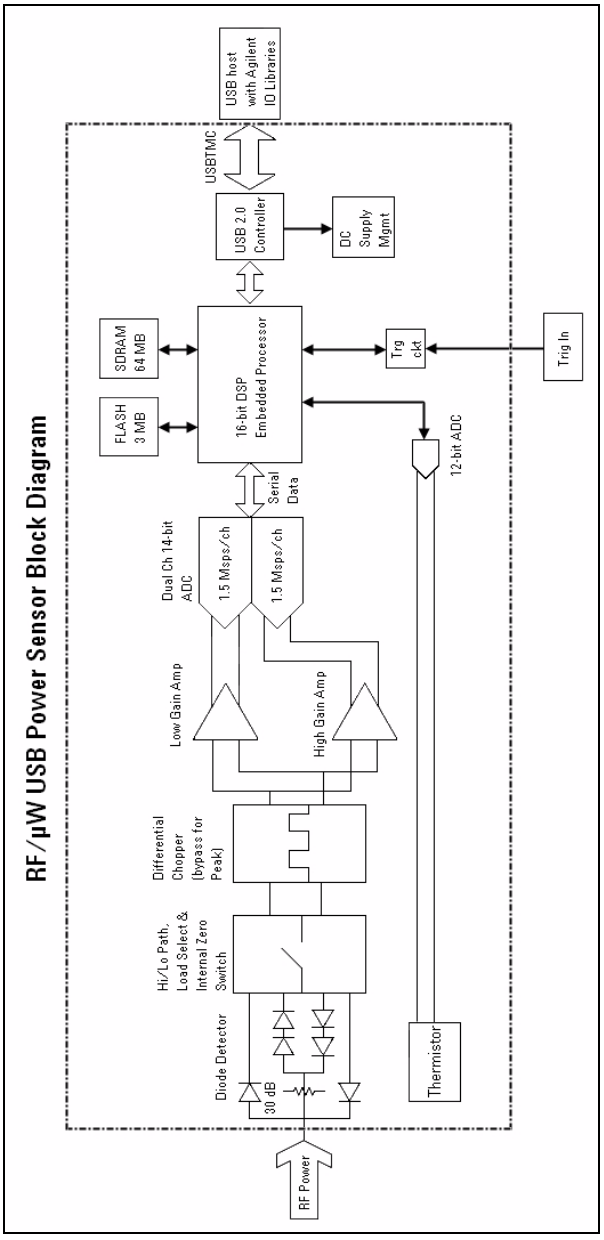


Abbildung 1-2 Blockdiagramm des RF-/Mikrowellen-USB-Leistungsmesskopfs

Die USB-Leistungsmessköpfe der U2000-Serie im Detail

Die meisten zur Messung von Mittelleistung eingesetzten Leistungsmessköpfe arbeiten entweder mit Thermoelement- oder Diodentechnik. Auf Diodentechnik basierende Messköpfe sind in der Regel auf die Zuhilfenahme von Korrekturfaktoren angewiesen, um ihren Dynamikbereich über ihren quadratischen Ansprechbereich von normalerweise - 70 dBm bis - 20 dBm hinaus zu erweitern. Mit dieser Methode lässt sich zwar ein breiter Dynamikbereich erzielen, sie ist jedoch auf Dauerstrichsignale (CW) außerhalb des quadratischen Bereichs beschränkt. Um modulierte Signale präzise messen zu können, müssen diese heruntergefüllt werden bzw. sie müssen sich auf einem niedrigen Pegel befinden, wobei ihre Mittel- und Spitzenleistungspegel im quadratischen Diodenbereich liegen müssen. Eine präzise Messung der Mittelleistung von modulationsübertragenden Signalen mit hohem Pegel ist mit der CW- Korrekturfaktortechnik nicht durchführbar. Mit speziellen Modulationsmessköpfen lassen sich präzise Messungen erzielen, allerdings bei begrenzter Bandbreite.

Bei den USB- Leistungsmessköpfen der U2000- Serie handelt es sich um RF- Mikrowellen- Leistungsmessköpfe mit weitem Dynamikbereich zur Erfassung von echten Mittelwerten. Sie bauen auf einem aus Diodenpaar/Dämpfungsglied/Diodenpaar bestehenden Doppelmesskopf auf, wie er von Szente u. a. im Jahre 1990[1] vorgeschlagen worden ist. In Abbildung 1- 3 ist diese Methode in einem Blockdiagramm dargestellt.

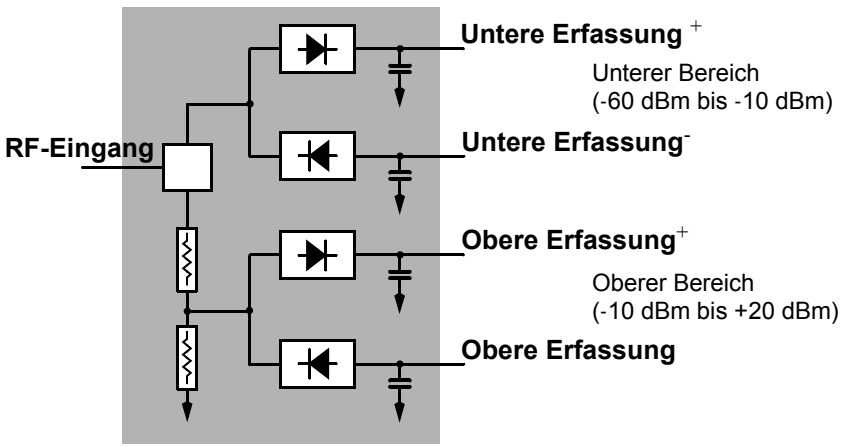


Abbildung 1-3 Vereinfachtes Blockdiagramm, Diodenpaar/Dämpfungsglied/Diodenpaar

[1] US-Patent #4943764 der Hewlett-Packard Company

Mit dieser Methode ist sichergestellt, dass die Dioden des angesteuerten Signalwegs in ihrem quadratischen Bereich gehalten werden und der Ausgangsstrom (und die Spannung) proportional zur Eingangsleistung sind. Die Baugruppe Diodenpaar/Dämpfungsglied/Diodenpaar kann unabhängig von der Signalbandbreite den Mittelwert komplexer Modulationsformate über einen breiten Dynamikbereich generieren. Im modifizierten Doppelbereichs-Diodensatz mit integrierter Schicht (MBID)[1] sind weitere Verbesserungen enthalten, um die Leistungshandhabung zu verfeinern und dadurch eine präzise Messung von hochwertigen Signalen mit hohen Scheitelfaktoren ohne Schäden[2] am Messkopf zu ermöglichen.

Diese Messköpfe erfassen die mittlere RF- Leistung an zahlreichen unterschiedlichen modulierten Signalen und sind von der Modulationsbandbreite unabhängig. Sie eignen sich besonders für die Messung der Mittelleistung von Multiton- und Spread- Spectrum- Signalen, wie z. B. CDMA, W- CDMA und Digitalfernsehformaten.

[1] November 1986 Hewlett-Packard Journal Seite 14-2, „Diode Integrated Circuits for Millimeter-Wave Applications“.

[2] Unter “Maximale Leistung” auf Seite 43 finden Sie die Spezifikationen für die zulässige Höchstleistung.

Erste Schritte

Eingangsprüfung

Überprüfen Sie die Transportverpackung auf Schäden. Falls Schäden an der Transportverpackung oder am Verpackungsmaterial gefunden werden, ist dieses solange aufzubewahren, bis Sie den Inhalt der Lieferung auf mechanische und elektrische Funktionalität überprüft haben. Bei mechanischen Schäden wenden Sie sich bitte an die nächste Agilent Technologies Niederlassung. Bewahren Sie die Transportverpackung (falls zutreffend) zur Überprüfung durch das Transportunternehmen und einen Agilent Technologies Vertreter auf. Bei Bedarf finden Sie eine Aufstellung der Agilent Vertriebs- und Kundendienstniederlassungen auf der letzten Seite des Handbuchs.

Paketinhalt

Stellen Sie sicher, dass folgende Elemente der Standardlieferung der USB-Leistungsmessköpfe der U2000-Serie enthalten sind. Sollten Teile fehlen, wenden Sie sich an das nächste Agilent Sales Office.

- Triggerkabel BNC männlich an SMB weiblich 50 Ω, 1,5 m, U2000-60005
- Leistungsmesskopfkabel, 1,5 m (U2000-60002), 3,0 m (U2000-60003) oder 5,0 m (U2000-60004)
- U2000 Series USB Power Sensor Programming Guide, U2000-90411
- U2000 Series USB Power Sensor Operating and Service Guide (English), U2000-90405
- U2000 Series USB Power Sensor Documentation CD, U2000-90002
- N1918A Power Analysis Manager Assembly, N1918-60001

Systemanforderungen

Die USB- Leistungsmessköpfe der U2000- Serie ermöglichen die Anzeige von Leistungsmessungen auf einem PC oder einem anderem Agilent Gerät, ohne dass ein separater Leistungsmesser erforderlich ist. Die USB- Leistungsmessköpfe stellen eine Kombination aus Leistungsmesser und Leistungsmesskopf in einem kompakten Messkopfgehäuse dar. Die bereitgestellte Plug- and- Play-Konnektivität ermöglicht die schnelle Verbindung der USB- Leistungsmessköpfe mit einem PC.

Stellen Sie vor der Verwendung der USB- Leistungsmessköpfe der U2000- Serie sicher, dass die folgenden Mindestanforderungen für die Leistungsmessköpfe erfüllt werden:

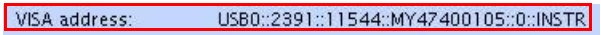
- PC oder Gerät mit USB- Host- Fähigkeit
- Agilent IO Libraries Suite 14.0 oder höher. Zur bestmöglichen Leistung wird die aktuellste Version der Agilent Libraries Suite empfohlen
- *Optional*: Agilent N1918A Power Analysis Manager (Die Power Panel-Basisfunktion ist im Lieferumfang der USB- Leistungsmessköpfe der U2000- Serie enthalten. Darüber hinaus ist der erweiterte Leistungsanalysator als optionale Lizenzsoftware erhältlich, die mehr Funktionen und Fähigkeiten bietet.)*
- Die U2000- Serie kann auch mit Remote- Programmiersoftware wie z. B. Agilent VEE, LabVIEW und Microsoft® Visual Basics programmiert werden.

Überprüfen der Leistungsmesskopf-Firmware

Sie können die Firmwareversion des Leistungmesskopfs auf zweierlei Arten überprüfen:

Agilent IO Libraries Suite 14.2

- Mit der Agilent IO Libraries Suite Version 14.2 oder höher können Sie die Modellbezeichnung, Seriennummer, Firmwareversion und USB- Adresse prüfen. Die VISA- Adresse entspricht der USB- Adresse (siehe unten).



* Weitere Informationen zu den Funktionen des Power Panels und Leistungsanalysators siehe *N1918A Power Analysis Manager Data Sheet,* 5989-6612EN .

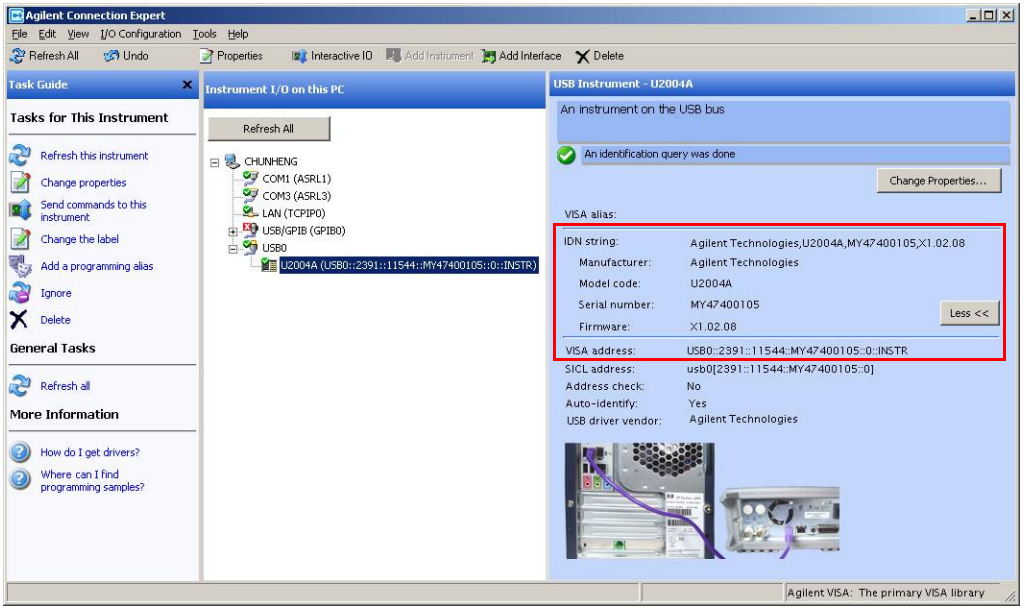


Abbildung 1-4 Agilent IO Libraries Suite

Agilent N1918A Power Analysis Manager

- Mit dem N1918A Power Analysis Manager können Sie Beschreibung, Firmwareversion, Modellnummer, Ressourcen- ID und Seriennummer wie folgt prüfen:

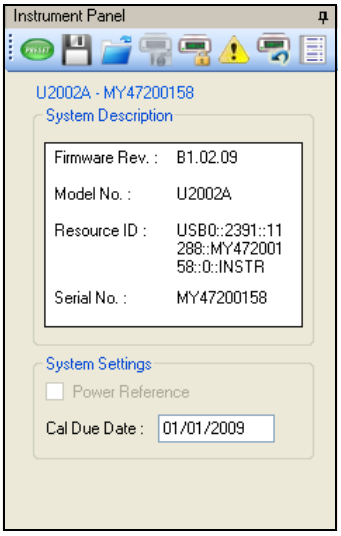


Abbildung 1-5 Anzeige für die Geräteeigenschaften des Power Analysis Managers

- Es wird empfohlen, das Fälligkeitsdatum für die Kalibrierung einzustellen. Auf Seite 20 finden Sie weitere Informationen.

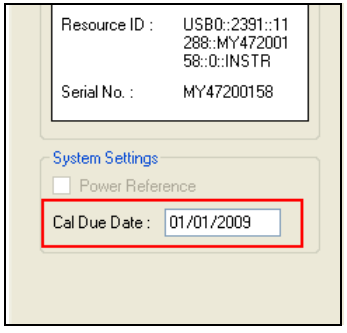


Abbildung 1-6 Anzeige für das Kalibrierdatum

Hardwareinstallation und -konfiguration

A. Installieren des USB-Leistungsmesskopfs der U2000-Serie

Die U2000- Serie umfasst USB- Plug- and- Play- Konnektivität sowie die Merkmale eines Leistungsmessers und Leistungsmesskopfes in einem Gerät, das es Benutzern ermöglicht, Messergebnisse über den N1918A Power Analysis Manager zu erhalten.

Befolgen Sie die folgenden Anweisungen zur Installation und Konfiguration der U2000- Serie.

1 Schließen Sie mithilfe des bereitgestellten USB- Kabels den USB- Leistungsmesskopf der U2000A- Serie an Ihren PC. Verbinden Sie den Mini- B-Anschluss des Kabels mit dem Leistungskopf der U2000- Serie und das andere Ende des Kabels (Typ- A- Anschluss) mit einem beliebigen USB- Host Ihres PCs.

2 Der PC erkennt den angeschlossenen Messkopf automatisch und ein Dialogfeld teilt mit, dass neue Hardware gefunden wurde (siehe unten).

Found New Hardware Wizard
Welcome to the Found New Hardware Wizard
Windows will search for current and updated software by looking on your computer, on the hardware installation CD, or on the Windows Update Web site (with your permission).
Read our privacy policy
Can Windows connect to Windows Update to search for software?
Yes, this time only
Yes, now and every time I connect a device
No, not this time
Click Next to continue.
< Back
Next >
Cancel

Abbildung 1-7 Das Fenster „Assistent für das Suchen neuer Hardware“ (Found New Hardware Wizard)

3 Wählen Sie **Ja, nur dieses Mal (Yes, this time only)**, und klicken Sie auf **Weiter (Next)**, um fortzufahren.

4 Wählen Sie im folgenden Fenster **Software automatisch installieren (Empfohlen) (Install the software automatically [Recommended])** und klicken Sie auf **Weiter (Next)**.

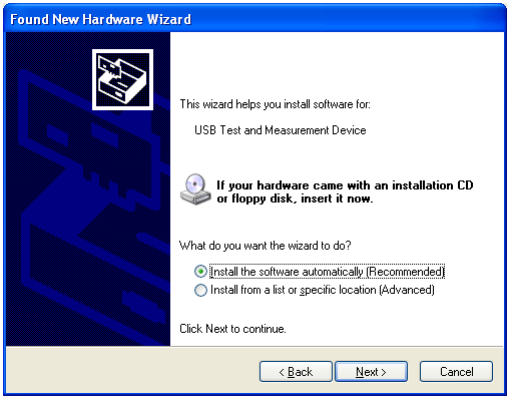

Found New Hardware Wizard
This wizard helps you install software for:
USB Test and Measurement Device
If your hardware came with an installation CD or floppy disk, insert it now.
What do you want the wizard to do?
Install the software automatically (Recommended)
Install from a list or specific location (Advanced)
Click Next to continue.
< Back
Next >
Cancel

Abbildung 1-8 Treiberinstallation im Assistenten für das Suchen neuer Hardware

5 Im Fenster „Hardwareinstallation“ wird eine Warnmeldung angezeigt (siehe unten). Klicken Sie auf **Installation fortsetzen (Continue Anyway)**, um mit der Treiberinstallation fortzufahren.

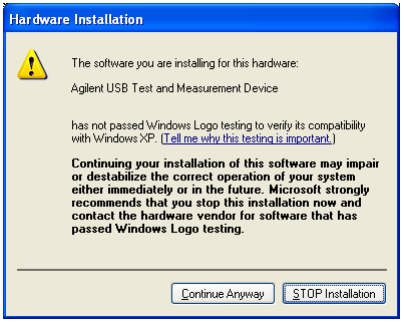

Hardware Installation
The software you are installing for this hardware:
Agilent USB Test and Measurement Device
has not passed Windows Logo testing to verify its compatibility with Windows XP. (Tell me why this testing is important.)
Continuing your installation of this software may impair or destabilize the correct operation of your system either immediately or in the future. Microsoft strongly recommends that you stop this installation now and contact the hardware vendor for software that has passed Windows Logo testing.
Continue Anyway
STOP Installation

Abbildung 1-9 Warnmeldung im Fenster „Hardwareinstallation“

HINWEIS

Wenn derartige Warnmeldungen nicht mehr angezeigt werden sollen, führen Sie die folgenden Anweisungen aus.

1 Gehen Sie zu **Start > Einstellungen > Systemsteuerung**, und doppelklicken Sie auf „System“.
2 Wählen Sie die Registerkarte **Hardware** und im Fensterbereich für Treiber **Treibersignierung (Driver Signing)**. Das Dialogfeld mit den Treibersignaturoptionen wird geöffnet.
3 Aktivieren Sie **Ignorieren (Ignore)**, um die Warnmeldungen zu deaktivieren.

6 Klicken Sie nach Abschluss der Installation auf **Fertig stellen (Finish)**.

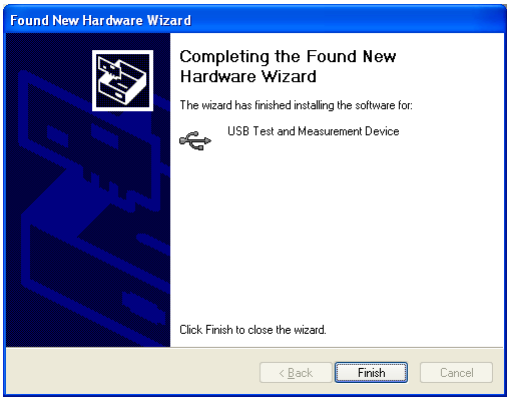

Found New Hardware Wizard
Completing the Found New Hardware Wizard
The wizard has finished installing the software for:
USB Test and Measurement Device
Click Finish to close the wizard.
< Back
Finish
Cancel

Abbildung 1-10 Fertigstellen der Software- und Hardwaretreiberinstallationen

7 Nach der Treiberinstallation wird das Fenster zum Zuordnen des USB- Gerätealias geöffnet (siehe unten). Jedes Mal, wenn ein USB- Gerät angeschlossen wird, erscheint dieses Dialogfeld. Um dieses Dialogfeld zu konfigurieren oder zu deaktivieren, wählen Sie die entsprechende Option im Fensterbereich **Dieses Dialogfeld anzeigen (Show this dialog)** und klicken Sie auf **OK.**

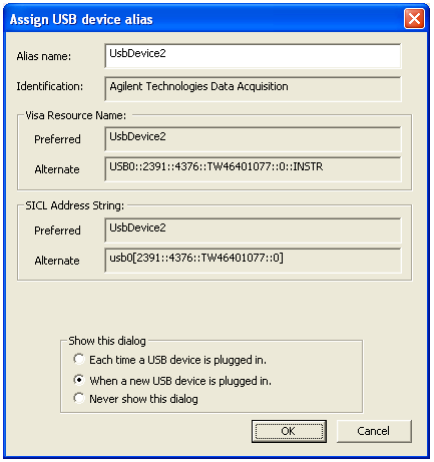


Abbildung 1-11 Konfiguration des USB-Gerätealias

B. Überprüfen des angeschlossenen Leistungsmesskopfs

1 Um den angeschlossenen Messkopf zu überprüfen, klicken Sie auf **Start > Alle Programme > Agilent IO Libraries Suite > Agilent Connection Expert**, um den Agilent Connection Expert zu starten.

2 Der angeschlossene USB- Messkopf wird erkannt und im Fensterbereich **Instrument I/O on this PC** angezeigt. Siehe hierzu folgende Abbildung.

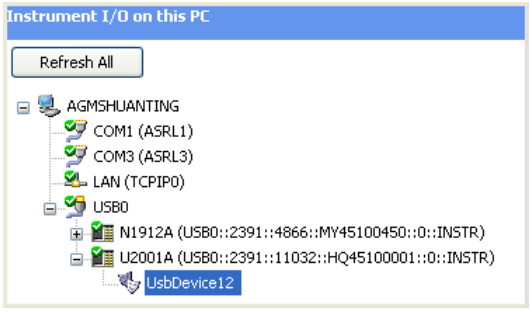


Abbildung 1-12 Agilent Connection Expert mit einer Liste der auf dem PC vorhandenen Geräte-E/A

3 Wählen Sie den USB- Messkopf der U2000- Serie in der Liste der mit dem PC verbundenen USB- Geräte aus und klicken Sie auf die rechte Maustaste. Es wird ein Kontextmenü aufgerufen. Wählen Sie darin **Send Command To This Instrument** aus, und das Agilent „Interactive IO- Dialogfeld“ wird wie unten dargestellt angezeigt.

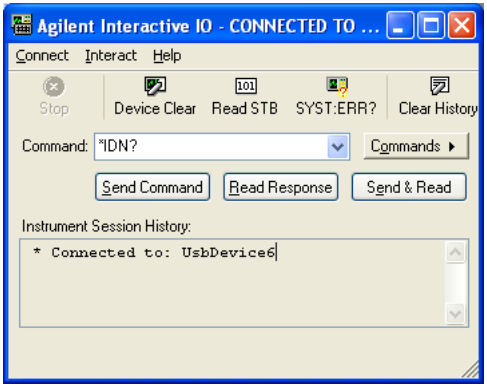


Abbildung 1-13 Das Dialogfenster „Agilent Interactive IO“

4 Senden Sie zur Überprüfung des angeschlossenen Leistungsmesskopfes den SCPI- Standardbefehl `*IDN?` an den Leistungsmesskopf und klicken Sie auf **Send & Read**. Die Antwort des Geräts wird im Fensterabschnitt **Instrument Session History** angezeigt. Siehe hierzu folgende Abbildung.

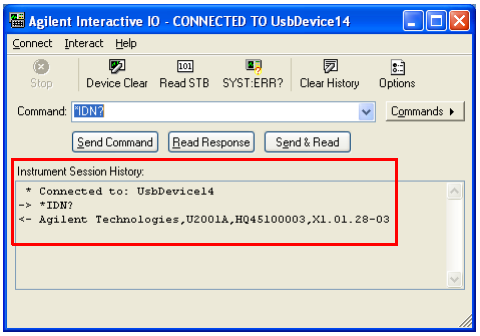


Abbildung 1-14 Ermitteln des angezeigten angeschlossenen Leistungsmesskopfes

5 Damit wird bestätigt, dass der USB- Leistungsmesskopf der U2000- Serie angeschlossen worden ist und ordnungsgemäß mit Ihrem PC verbunden wurde.

C. Konfigurieren des Leistungsmesskopfes über den Power Analysis Manager

1 Klicken Sie auf **Start > Alle Programme > Agilent N1918A Power Analysis Manager > Advance > Power Analyzer**, um den Power Analysis Manager aufzurufen.

2 Während der Leistungsmesskopf noch verbunden ist, erscheint beim Starten des Power Analysis Managers zur Erinnerung ein Popup-Dialogfenster. Die Erinnerungsmeldung erscheint in zwei Fällen:

   a Sie haben kein Fälligkeitsdatum für die Kalibrierung der U2000- Serie eingestellt. Mit der Erinnerungsmeldung werden Sie aufgefordert, ein Fälligkeitsdatum für die Kalibrierung einzustellen.

   b Der Zeitpunkt für die Kalibrierung ist fällig und mit der Erinnerungsmeldung werden Sie aufgefordert, die U2000- Serie zur Kalibrierung einzuschicken.

3 Klicken Sie auf **OK**, um ein Datum für die Kalibrierung einzustellen oder einen neuen Messkopf anzuschließen, um fortzufahren.

4 Um das Fälligkeitsdatum für die Kalibrierung einzustellen, wechseln Sie zum Gerätebedienfeld und geben Sie im Eigenschaftsfeld „Cal Due Date“ in der Registerkarte „System“ das Datum für die Kalibrierung ein.

HINWEIS

Informationen zu den Remoteschnittstellen-Konfigurationen von Leistungsmessern der P-Serie finden Sie unter **Remoteschnittstellen-Konfigurationen** im *Agilent Installationshandbuch der Leistungsmesser der P-Serie* und zur Remoteschnittstellen-Konfiguration der modularen Leistungsmesser N8262A der P-Serie im *Installationshandbuch der modularen Leistungsmesser N8262A der P-Serie*.

2
Messungen vornehmen

Konfigurationseinstellungen des Leistungsmesskopfs 22
Messgenauigkeit und -geschwindigkeit 24
INTerne und EXTerne Nullstellung 27
Leistungsdurchlauf oder Frequenzdurchlauf 29
Schrittermittlung 30

Konfigurationseinstellungen des Leistungsmesskopfs

Die Kalibrierdaten der USB- Leistungsmessköpfe der U2000- Serie werden automatisch abgerufen, wobei Bezug genommen wird auf den festgelegten Bereich wie in Abbildung 2- 1 auf der nachfolgenden Seite angegeben.

Messweg für Leistung	Leistungspegel (U2000/1/2/4A)	Leistungspegel (U2000/1/2H)	Leistungspegel (U2000/1B)
Messweg für niedrige Leistung	-60 dBm bis -35 dBm	-50 dBm bis -25 dBm	-30 dBm bis -5 dBm
	-38 dBm bis -15 dBm	-28 dBm bis -5 dBm	+8 dBm bis +15 dBm
	-20 dBm bis -9 dBm	-10 dBm bis -1 dBm	+10 dBm bis +21 dBm
Messweg für hohe Leistung	-11 dBm bis -5 dBm	-1 dBm bis +5 dBm	+19 dBm bis +25 dBm
	-7 dBm bis +15 dBm	+3 dBm bis +25 dBm	+23 dBm bis +44 dBm
	+10 dBm bis +20 dBm	+20 dBm bis +30 dBm	

HINWEIS Die Einstellungen der Mittelbildung können ebenfalls manuell konfiguriert werden.

In Abbildung 2- 1 weist der Pfeil mit der gepunkteten Linie ↕ auf den internen Bereich basierend auf dem internen Schaltkreis des Leistungsmesskopfes. Die Bereiche werden automatisch in Übereinstimmung mit dem Leistungspegel ausgewählt, der sich am besten für die Betriebsbedingungen und Einstellungen eignet.

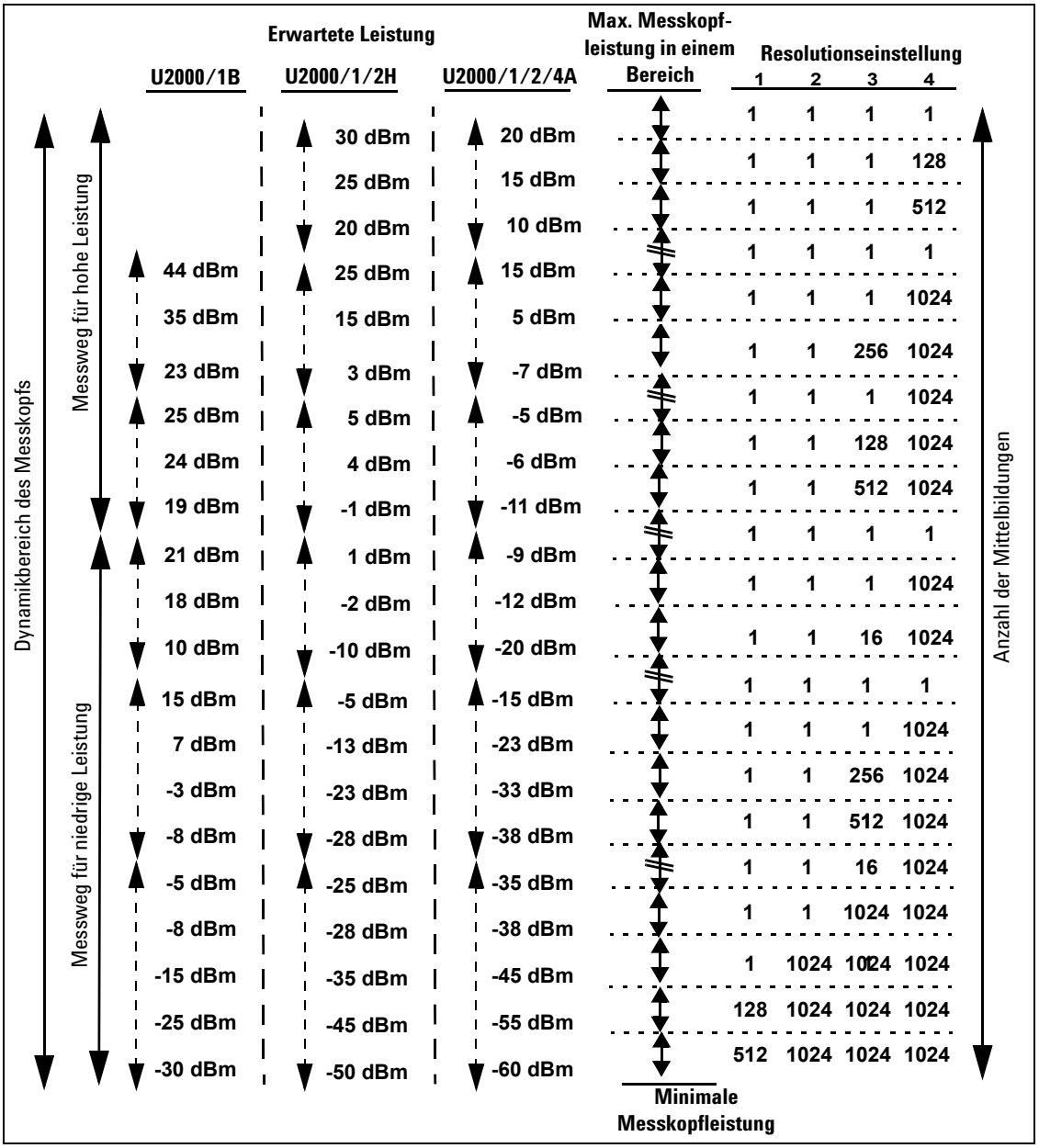


Abbildung 2-1 Einstellungen für die Auto-Mittelbildung

Messgenauigkeit und -geschwindigkeit

Der Bereich der USB- Leistungmessköpfe der U2000- Serie ist entweder automatisch oder manuell einstellbar. Setzen Sie die automatische Messbereichswahl ein, wenn nicht sicher ist, in welchen Bereich die zu messenden Leistungspegel fallen.

Die DC- Kopplung der Eingangsleistung des USB- Leistungsmesskopf U2004A ermöglicht eine ausgezeichnete Erfassung des niedrigen Frequenzbereichs. Allerdings beeinträchtigt jede vorhandene und mit dem Signal vermischte Gleichstromspannung die Genauigkeit der Leistungsmessung – siehe hierzu Seite 46.

VORSICHT

Um Schäden am Messkopf zu verhindern, dürfen die unter "Maximale Leistung" auf Seite 43 angegebenen Leistungspegel nicht überschritten werden.

Der USB-Leistungsmesskopf U2004A ist direkt gekoppelt. Bei Gleichstromspannungen über dem zulässigen Höchstwert (5 VDC) sind Schäden an der Messdiode nicht auszuschließen.

Einstellung des Messbereichs

Es sind zwei manuelle Einstellungen möglich: „NIEDRIG" und „HOCH". Bei den USB- Leistungmessköpfe der U2000- Serie wird im Bereich NIEDRIG der empfindlichere Messweg und im Bereich HOCH der gedämpfte Messweg eingesetzt (siehe hierzu Tabelle 2- 1).

Tabelle 2-1 Messbereiche

Messkopf	Bereich NIEDRIG	Bereich HOCH
U2000A, U2001A, U2002A, U2004A	-60 dBm bis -10 dBm	-10 dBm bis +20 dBm
U2000H, U2001H, U2002H	-50 dBm bis 0 dBm	0 dBm bis +30 dBm
U2000B, U2001B	-30 dBm bis +20 dBm	+20 dBm bis +44 dBm

Die Standardeinstellung ist „AUTO". In der Einstellung AUTO ist der Übergangswert von der eingesetzten Ausführung des Messkopfs abhängig (siehe hierzu Tabelle 2- 2).

Tabelle 2-2 Übergangswertbereiche

Messkopf	Übergangswertbereiche
U2000A, U2001A, U2002A, U2004A	-10 dBm ± 1 dB
U2000H, U2001H, U2002H	0 dBm ± 1 dB
U2000B, U2001B	+20 dBm ± 1 dB

Überlegungen zur Messung

Obwohl die automatische Messbereichswahl ein akzeptabler Ausgangspunkt ist, eignet sie sich nicht für alle Messungen. Signalbedingungen, wie z. B. Scheitelfaktor oder Arbeitszyklus, können dazu führen, das der Leistungsmesskopf einen Bereich ansteuert, der nicht der optimalen Konfiguration für Ihre besonderen Messanforderungen entspricht. Bei Signalen mit Mittelleistungspegeln im Bereich des Übergangspunkts ist es erforderlich, dass Sie die Anforderungen hinsichtlich Messgenauigkeit und –geschwindigkeit in die Überlegungen einbeziehen.

Ein U2000/1/4A Messkopf mit einem Übergangspunkt von -10 ± 1 dBm in einem Impulssignal sollte z. B. folgendermaßen konfiguriert sein:

Charakteristik	Wert
Spitzenamplitude	-6 dBm
Arbeitszyklus	25%

Hier beträgt die kalkulierte Mittelleistung -12 dBm.

Genauigkeit

Der Wert von - 12 dBm liegt im unteren Messbereich des U2000/1/4A Messkopfs. In der Betriebsart der automatischen Messbereichswahl („AUTO“) erfasst der U2000/1/4A Messkopf einen Mittelleistungspegel unter - 10 dBm und steuert den Messweg für niedrige Leistung an. Allerdings liegt die Spitzenamplitude von -6 dBm außerhalb des für Dioden im Messweg für niedrige Leistung spezifizierten quadratischen Ansprechbereichs. Es empfiehlt sich, den Messweg (- 10 dBm bis +20 dBm) einzusetzen, um eine präzisere Messung

dieses Signals sicherzustellen. Im Bereich „HOCH“ (dem Messweg für hohe Leistung) bringt die Messbereichshaltung, die zur Erzielung präziserer Messungen erforderlich ist, jedoch erheblich mehr Filtern mit sich.

Geschwindigkeit und Mittelbildung

Für das gleiche Signal ist außerdem erforderlich, Überlegungen zur Messgeschwindigkeit anzustellen. Wie oben bereits angesprochen, erfasst der U2000/1/4A Messkopf in der Betriebsart „Automatische Messbereichswahl“ einen Mittelleistungspegel unter -10 dBm und steuert den Messweg für niedrige Leistung an. Bei Konfiguration von Auto- Mittelbildung wird minimales Filtern angewandt. Im Messweg für niedrige Leistung werden Werte von 1 bis 4 für Mittelleistungspegel über - 20 dBm eingesetzt. (Siehe hierzu “Einstellungen für die Auto- Mittelbildung” auf Seite 23.)

Wird der Bereich „HOCH“ wegen der größeren Genauigkeit beibehalten, ist damit eine langsamere Ausführung der Messung verbunden. Wegen der größeren Rauschempfindlichkeit im weniger empfindlichen Bereich des Messwegs für hohe Leistung wird mehr Filtern angewandt. Für Mittelleistungspegel unter - 10 dBm werden Werte von 1 bis 128 eingesetzt. (Siehe auch hierzu “Einstellungen für die Auto- Mittelbildung” auf Seite 23.) Eine manuelle Senkung der Filtereinstellungen beschleunigt zwar die Messung, sie kann jedoch zu unerwünscht hohem Zittern führen.

Zusammenfassung

Vorsicht ist bei Signalen geboten, deren Mittelleistungspegel im Bereich des Messwegs für niedrige Leistung und deren Spitzen im Bereich des Messwegs für hohe Leistung liegen. Die größte Genauigkeit wird durch die Auswahl des Messwegs für hohe Leistung erreicht, die schnelle Geschwindigkeit lässt sich durch Auswahl des Messwegs für niedrige Leistung erzielen.

INTerne und EXTerne Nullstellung

Die Nullstellung eines Leistungsmesskopfes wird durchgeführt, um den Versatz der Nullmessung und das Rauschen zu reduzieren und somit die Genauigkeit der RF- Leistungsmessung zu verbessern. Die USB- Leistungsmessköpfe der U2000- Serie verfügen über zwei Arten von Nullstellungen: die INTerne und EXTerne Nullstellung.

Die INTerne Nullstellung ist ein neuer Typ der Nullstellung, bei dem die RF- /Mikrowellenleistung mit dem Messkopf während der Nullstellung verbunden bleiben kann. Die Isolierungsschalter werden im Messkopf geöffnet, um den Diodenmesskopf vom elektronischen Schaltkreis zu isolieren. Mit der verfügbaren Verarbeitungsleistung des integrierten DSP im Produkt wird der Algorithmus der INTernen Nullstellung auf die internen Nulldaten angewandt. So ermöglicht die INTerne Nullstellung die Durchführung einer Nullstellung bei Vorhandensein des RF- /Mikrowellensignals. Diese Funktion vereinfacht die INTerne Nullstellung, die INTerne Nullstellung darf jedoch nur angewendet werden, wenn die Nullstellung (INTern) die Anwendungsanforderungen des Benutzers erfüllt.

Die EXTerne Nullstellung besteht aus zwei Schritten. Das zu messende RF- /Mikrowellensignal muss vom Produkt entfernt werden, erst dann kann das Produkt auf Null eingestellt werden. Wenden Sie keine RF- /Mikrowellensignale am RF- Eingangsanschluss während der EXTernen Nullstellung an. RF- /Mikrowellensignale, die vom Diodenmesskopf während der EXTernen Nullstellung aufgenommen werden, werden als Teil des Rauschens betrachtet. EXTerne Nullstellung ist in der Regel wirkungsvoller. Die INT- oder EXT- Nullstellung sollte basierend auf den Messanforderungen ausgewählt werden.

Benutzer können entweder die INTerne oder EXTerne Nullstellung auswählen. Bei jedem Einschalten wird der Messkopf standardmäßig auf die INTerne Nullstellung gesetzt. Abbildung 2- 2 veranschaulicht die Einstellung der EXTernen Nullstellung, wenn das N1918A Power Panel- Tool verwendet wird.

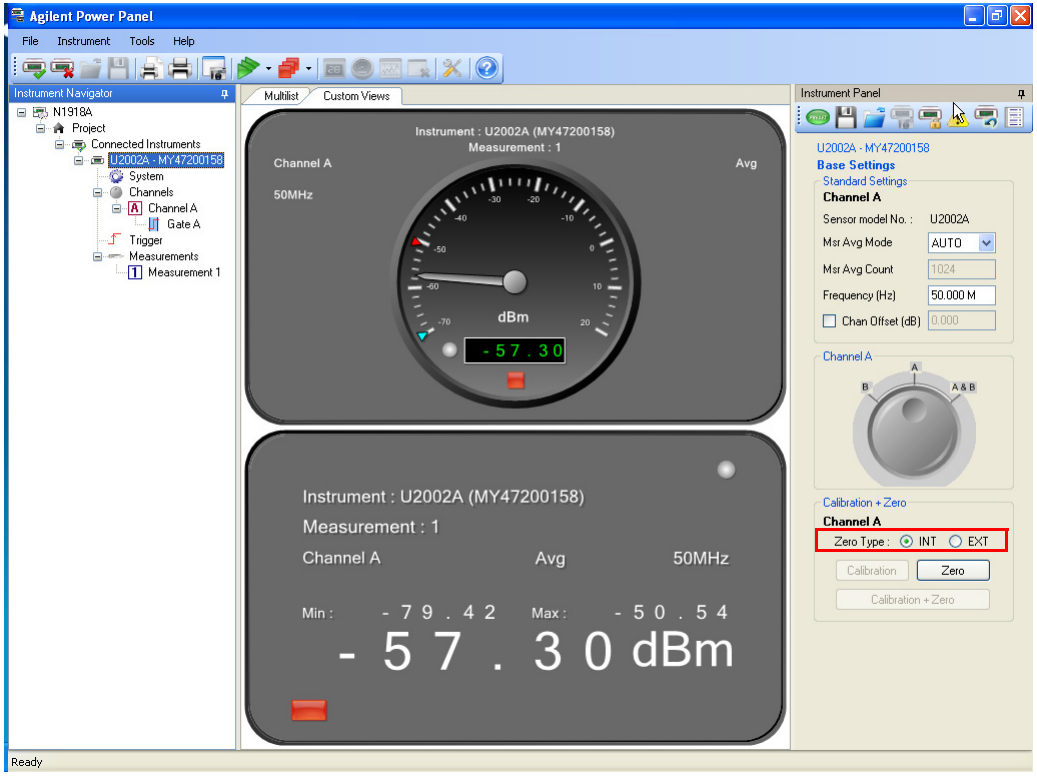


Abbildung 2-2 Wählen Sie unter „Zero Typ“ entweder INT oder EXT aus.

Leistungsdurchlauf oder Frequenzdurchlauf

Die Funktionen für den Frequenz- oder Leistungsdurchlauf sorgen für eine Messautomatisierung zwischen dem USB- Leistungsmesskopf der U2000- Serie und der Signalquelle. Diese Funktion verkürzt den Kommunikationsweg und verbessert die Testzeit, da keine Kommunikation zwischen PC und Gerät erforderlich ist.

Um einen Frequenzdurchlauf durchzuführen, muss der Benutzer Startfrequenz, Stoppfrequenz und Anzahl der Schritte für die Signalquelle festlegen. Standardmäßig ist der Wert für die Schritte auf 0 gesetzt. Die Anzahl der Schritte reicht von 0 bis 2048.

Verbinden Sie die Signalquelle TRIG OUT mit dem USB- Leistungsmesskopf TRIG IN. Sobald der Durchlauf gestartet wird, durchläuft die Signalquelle jeden Frequenzpunkt im zuvor festgelegten Bereich. Bei jedem Schritt wird ein TTL- Signal an den USB- Leistungsmesskopf gesendet, um ihn zur Messung der Signalleistung aufzufordern. Nur eine Ein- Weg- Synchronisierung findet in diesem Vorgang statt, und zwar von der Signalquelle bis zum USB- Leistungsmesskopf.

Im Signalgenerator muss eine angemessene Haltezeit festgelegt werden, um sicherzustellen, dass alle Messwerte im USB- Leistungsmesskopf festgelegt sind, bevor der nächste Frequenzpunkt durchlaufen wird. Derselbe Prozess kann auf die Leistungsdurchlaufoperation angewendet werden.

Schrittermittlung

Um die Filtereinschwingzeit nach einem wesentlichen Schritt in der gemessenen Leistung zu reduzieren, kann der Filter so eingestellt werden, dass er nach der Ermittlung eines Schrittanstiegs oder - abfalls neu initialisiert wird. Die Schrittermittlung kann sowohl im manuellen als auch im automatischen Filtermodus festgelegt werden. Der *U2000 Series Programming Guide* enthält weitere Informationen zur Aktivierung oder Deaktivierung der Schrittermittlung.

3
Spezifikationen und Eigenschaften

Einleitung 32
Spezifikationen 34
Allgemeine Eigenschaften 57

Dieses Kapitel enthält die Spezifikationen und Merkmale der USB- Leistungsmessköpfe der Agilent U2000- Serie.

Einleitung

Bei den USB- Leistungmessköpfe der U2000- Serie handelt es sich um mittelbildende Leistungsmessköpfe mit einem weiten Dynamikbereich, die für den Einsatz mit einem PC oder auf USB basierenden Agilent Geräten vorgesehen sind.

Die in diesem Kapitel angegebenen Spezifikationen gelten NUR nach Durchführung einer vorschriftsmäßigen Kalibrierung des Leistungsmesskopfs und beziehen sich, soweit nicht anders angegeben, auf Dauerstrichsignale (CW). Das empfohlene Kalibrierungsintervall für dieses Produkt ist 1 Jahr. Die Spezifikationen beziehen sich, soweit nicht anders angegeben, auf den Temperaturbereich 0 °C bis +55 °C.

Die für den Temperaturbereich 25 °C ±10 °C genannten Spezifikationen gelten für 15% bis 75% relative Luftfeuchtigkeit und entsprechen den Standardumgebungsbedingungen für Tests. Diese Spezifikationen sind nach einer 30- minütigen Aufwärmdauer gültig.

Der Dynamikbereich der USB- Leistungmessköpfe der U2000- Serie beträgt - 60 dBm bis +44 dBm, wobei der Bereich in zwei unabhängige Messwege unterteilt ist – Messwege für hohe und für niedrige Leistung wie unten angegeben:

Messkopf	Messweg für niedrige Leistung	Messweg für hohe Leistung
U2000A, U2001A, U2002A, U2004A	-60 dBm bis -10 dBm	-10 dBm bis +20 dBm
U2000H, U2001H, U2002H	-50 dBm bis 0 dBm	0 dBm bis +30 dBm
U2000B, U2001B	-30 dBm bis +20 dBm	+20 dBm bis +44 dBm

Einige Spezifikationen beziehen sich auf Einzelmesswege bei automatischem Übergangspunkt von:

- -10 dBm für die Messköpfe U2000/1/2/4A
- 0 dBm für die Messköpfe U2000/1/2H
- +20 dBm für die Messköpfe U2000/1B

Bei den in Kursivschrift genannten weiteren Merkmalen handelt es sich um Angaben, die den Einsatz von Leistungsmessköpfen unterstützen. Sie enthalten typische, jedoch nicht garantierte Leistungsparameter. Diese Merkmale erscheinen entweder in *Kursivschrift* oder sind als „*typisch*“, „*nominal*“ oder „*annähernd*“ kenntlich gemacht.

Spezifikationen

Frequenz- und Leistungsbereiche

Modell	Frequenzbereich	Leistungsbereich
U2000A	10 MHz bis 18,0 GHz	-60 dBm bis +20 dBm
U2001A	10 MHz bis 6,0 GHz	
U2002A	50 MHz bis 24 GHz	
U2004A	9 kHz bis 6,0 GHz	
U2000H	10 MHz bis 18 GHz	-50 dBm bis +30 dBm
U2001H	10 MHz bis 6 GHz	
U2002H	50 MHz bis 24 GHz	
U2000B	10 MHz bis 18 GHz	-30 dBm bis +44 dBm
U2001B	10 MHz bis 6 GHz	

Anschlusstyp

Modell	Anschlusstyp	Impedanz
U2000/1/4A	Typ N (m)	50 Ω
U2002A	3,5 mm (m)	50 Ω
U2000/1H	Typ N (m)	50 Ω
U2002H	3,5 mm (m)	50 Ω
U2000/1B	Typ N (m)	50 Ω

Maximales SWR (25 °C ±10 °C)

Modell	Frequenz	SWR
U2000A	10 MHz bis 30 MHz	1,15
	30 MHz bis 2 GHz	1,13
	2 GHz bis 14 GHz	1,19
	14 GHz bis 16 GHz	1,22
	16 GHz bis 18 GHz	1,26
U2001A	10 MHz bis 30 MHz	1,15
	30 MHz bis 2 GHz	1,13
	2 GHz bis 6 GHz	1,19
U2002A	50 MHz bis 2 GHz	1,13
	2 GHz bis 14 GHz	1,19
	14 GHz bis 16 GHz	1,22
	16 GHz bis 18 GHz	1,26
	18 GHz bis 24 GHz	1,30
U2004A	9 kHz bis 2 GHz	1,13
	2 GHz bis 6 GHz	1,19
U2000B	10 MHz bis 2 GHz	1,12
	2 GHz bis 12,4 GHz	1,17
	12.4 GHz bis 18 GHz	1,24
U2001B	10 MHz bis 6 GHz	1,12
	2 GHz bis 6 GHz	1,17
U2000H	10 MHz bis 8 GHz	1,15
	8 GHz bis 12,4 GHz	1,25
	12.4 GHz bis 18 GHz	1,28

U2001H	10 MHz bis 6 GHz	1,15
U2002H	50 MHz bis 8 GHz	1,15
	8 GHz bis 12,4 GHz	1,25
	12,4 GHz bis 18 GHz	1,28
	18 GHz bis 24 GHz	1,30

SWR Plots für USB-Leistungsmessköpfe der U2000-Serie

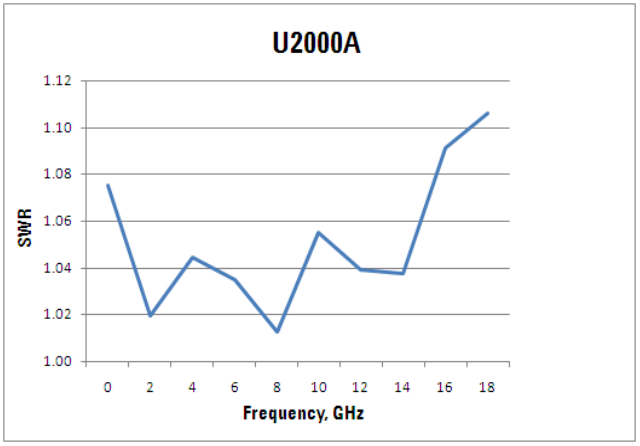


Abbildung 3-1 U2000A: Typisches SWR (25 °C ±10 °C)

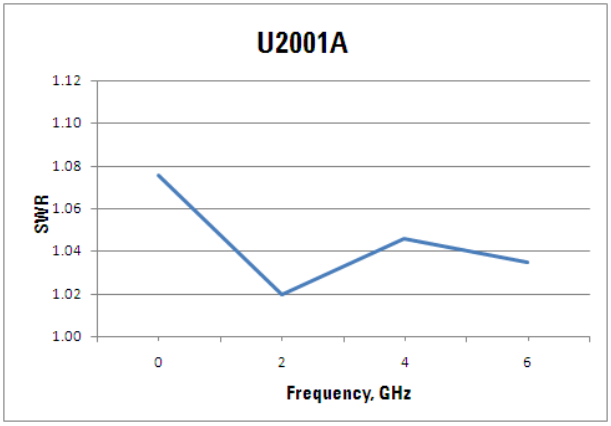


Abbildung 3-2 U2001A: Typisches SWR (25 °C ±10 °C)

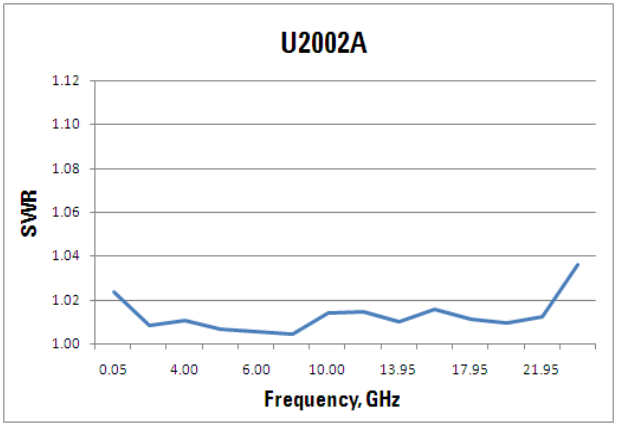


Abbildung 3-3 U2002A: Typisches SWR (25 °C ±10 °C)

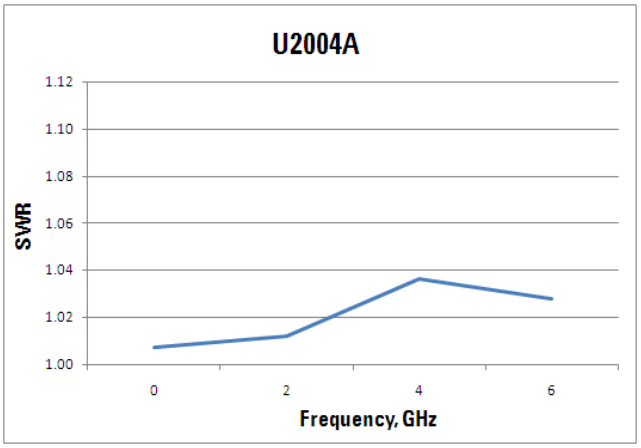


Abbildung 3-4 U2004A: Typisches SWR (25 °C ±10 °C)

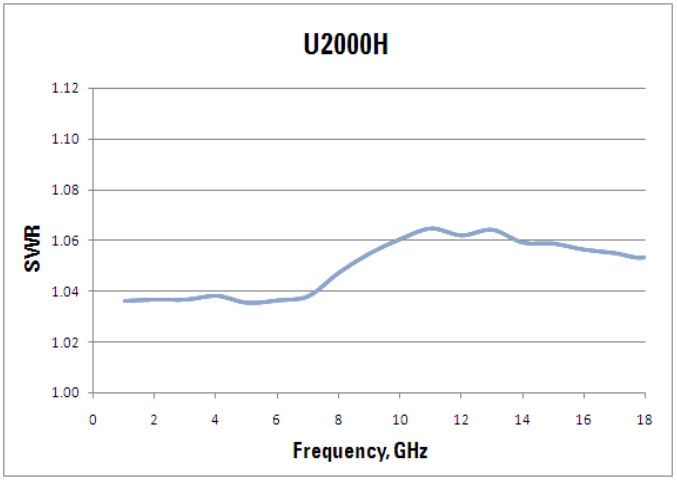


Abbildung 3-5 U2000H: Typisches SWR (25 °C ±10 °C)

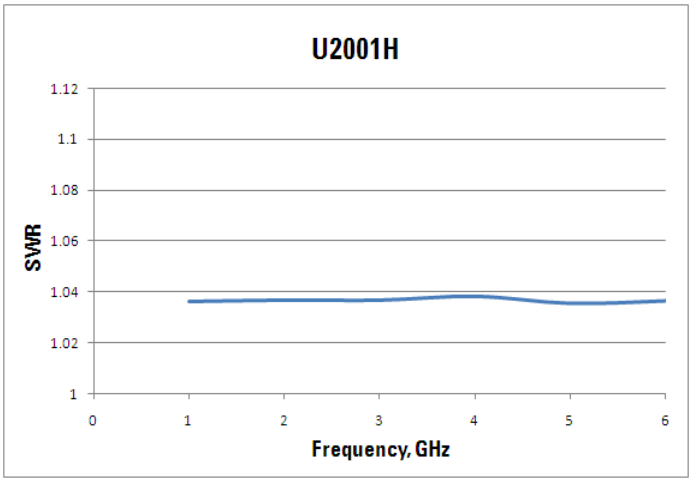


Abbildung 3-6 U2001H: Typisches SWR (25 °C ±10 °C)

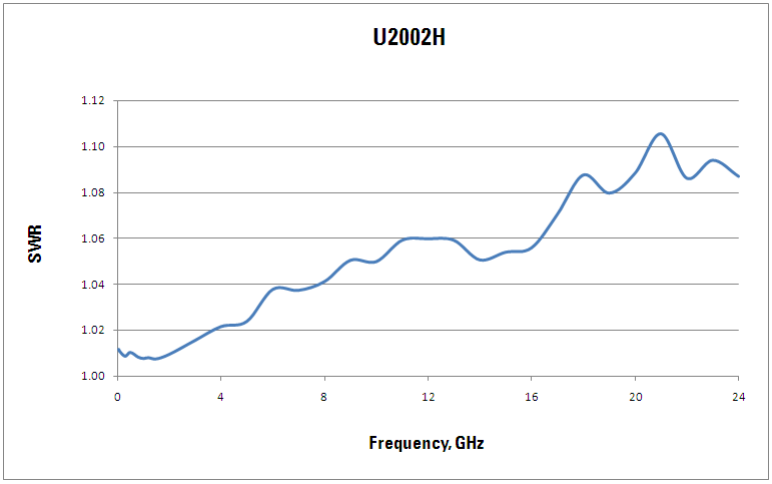


Abbildung 3-7 U2002H: Typisches SWR (25 °C ±10 °C)

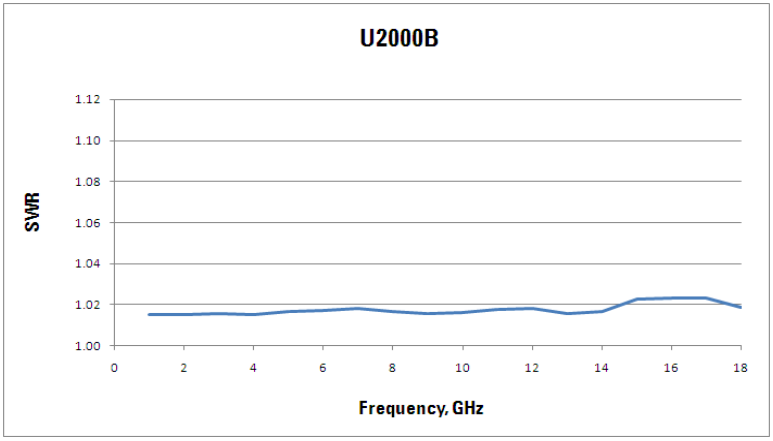


Abbildung 3-8 U2000B: Typisches SWR (25 °C ±10 °C)

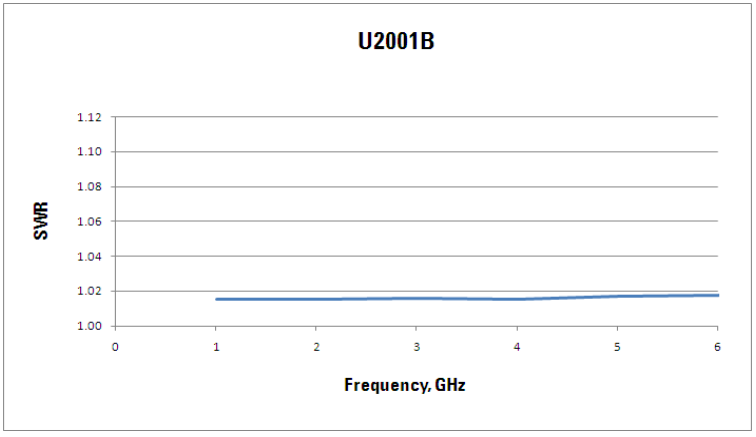


Abbildung 3-9 U2001B: Typisches SWR (25 °C ±10 °C)

Maximales SWR (0 °C bis 55 °C)

Modell	Frequenz	SWR
U2000A	10 MHz bis 30 MHz	1,21
	30 MHz bis 2 GHz	1,15
	2 GHz bis 14 GHz	1,20
	14 GHz bis 16 GHz	1,23
	16 GHz bis 18 GHz	1,27
U2001A	10 MHz bis 30 MHz	1,21
	30 MHz bis 2 GHz	1,15
	2 GHz bis 6 GHz	1,20
U2002A	50 MHz bis 2 GHz	1,15
	2 GHz bis 14 GHz	1,20
	14 GHz bis 16 GHz	1,23
	16 GHz bis 18 GHz	1,27
	18 GHz bis 24 GHz	1,30
U2004A	9 kHz bis 2 GHz	1,15
	2 GHz bis 6 GHz	1,20
U2000B	10 MHz bis 2 GHz	1,14
	2 GHz bis 12,4 GHz	1,18
	12,4 GHz bis 18 GHz	1,25
U2001B	10 MHz bis 2 GHz	1,14
	2 GHz bis 6 GHz	1,18

U2000H	10 MHz bis 8 GHz	1,17
	8 GHz bis 12,4 GHz	1,26
	12,4 GHz bis 18 GHz	1,29
U2001H	10 MHz bis 6 GHz	1,17
U2002H	50 MHz bis 8 GHz	1,17
	8 GHz bis 12,4 GHz	1,26
	12,4 GHz bis 18 GHz	1,29
	18 GHz bis 24 GHz	1,31

Maximale Leistung

Modelle	Maximale Leistung
U2000/1/2A	+25 dBm (320 mW) Mittel, 20 VDC +33 dBm Spitze (2 W) <10 µs
U20004A	+25 dBm (320 mW) Mittel, 5 VDC +33 dBm Spitze (2 W) <10 µs
U2000/1H	+33 dBm (2 W) Mittel, 20 VDC +50 dBm (100 W) Spitze für 1 µs
U2002H	+33 dBm (2 W) Mittel, 10 VDC +50 dBm (100 W) Spitze für 1 µs
U2000/1B	+45 dBm (30W) Mittel, 20 VDC +47 dBm (50 W) Spitze für 1 µs

VORSICHT

Der USB-Leistungsmesskopf U2004A ist direkt gekoppelt. Die DC-Kopplung der Eingangsleistung ermöglicht eine ausgezeichnete Erfassung des niedrigen Frequenzbereichs. Allerdings beeinträchtigt jedes vorhandene externe DC-Komponentensignal die Genauigkeit der Leistungsmessung. Benutzern wird empfohlen, einen geeigneten DC-Block zu verwenden, um DC-Komponenten zu entfernen.

Bei Gleichstromspannungen über dem zulässigen Höchstwert (5 V) sind Schäden an der Messdiode nicht auszuschließen.

Leistungsgenauigkeit

Nach Nullstellung und Kalibrierung unter gegebenen Umgebungsbedingungen.

Tabelle 3-1 Leistungsgenauigkeit* (mit Ausnahmen)

Modell	Leistungspegel	Genauigkeit 25 °C ±10 °C	Genauigkeit 0 °C bis 55 °C
U2000/1/2/4A	**-60 dBm bis +20 dBm**	±3,0%	±3,5%
U2000/1/2H	**-50 dBm bis +30 dBm**	±4,0%	±5,0%
U2000/1B	**-30 dBm bis +44 dBm**	±3,5%	±4,0%

Bei folgenden Bedingungen:

- Bei Raumtemperatur
- Anzahl der Mittelbildungen = 1024
- Nach 30- minütiger Aufwärmphase

* Die Genauigkeit ist im Wesentlichen eine Kombination aus Linearität, Genauigkeit der Ausstattung und Verfolgbarkeit zur absoluten Genauigkeit bei 50 MHz, 0 dBm. Hinweis: Unstimmigkeit, Unbestimmtheit des Kalibrierfaktors und vom Leistungspegel abhängige Bedingungen (Nullstellung, Abweichung und Rauschen) sind in dieser Spezifikation ausgeschlossen und an anderer Stelle in diesem Handbuch spezifiziert.

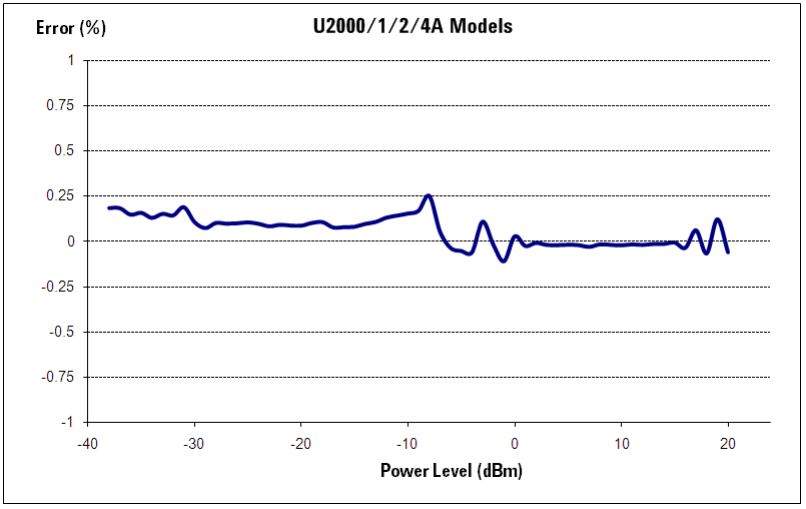


Abbildung 3-10 Typische Leistungsgenauigkeit bei 25 °C für U2000/1/2/4A Modelle

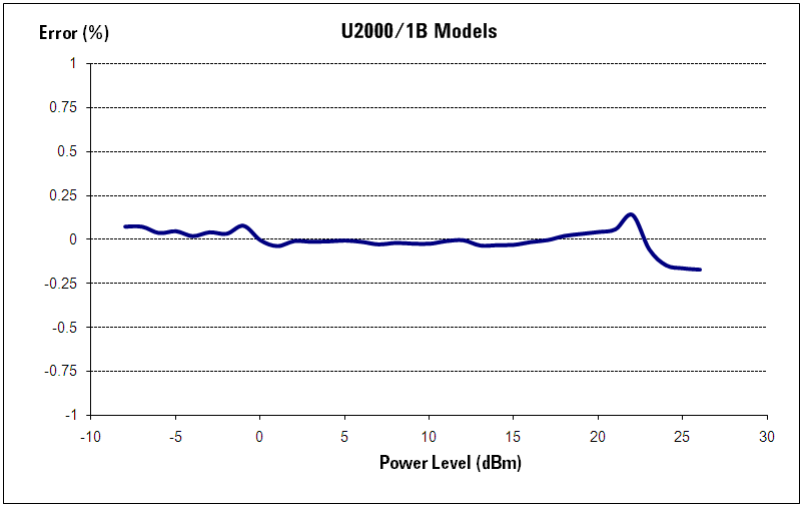


Abbildung 3-11 Typische Leistungsgenauigkeit bei 25 °C für U2000/1B Modelle

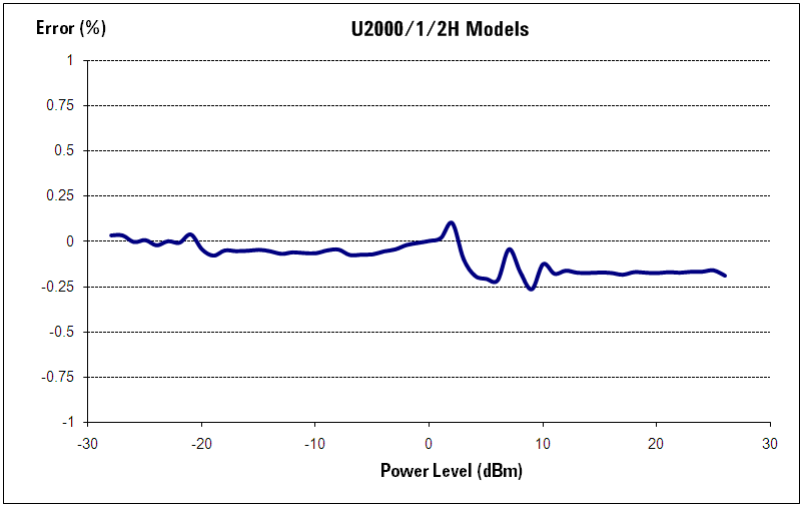


Abbildung 3-12 Typische Leistungsgenauigkeit bei 25 °C für U2000/1/2H Modelle

Übergangspunkt

Die U2000/1/2/4A Leistungsmessköpfe verfügen über zwei getrennte Messwege, einen Messweg für niedrige Leistung von - 60 dBm bis - 10 dBm und einen Messweg für hohe Leistung von -10 dBm bis +20 dBm. Der Leistungsmesskopf steuert automatisch den korrekten Messweg an. Um unnötige Übergange zu verhindern, wenn der Leistungspegel im Bereich des -10 dBm- Punkts liegt, wurde die **Übergangspunkthysterese** eingeführt. Die Hysterese sorgt dafür, dass der Messweg für niedrige Leistung bis etwa -9 dBm beibehalten wird. Bei Überschreiten des Leistungspegels über -9 dBm wird der Messweg für hohe Leistung angesteuert. Der Messweg für hohe Leistung wird bis etwa -11 dBm beibehalten. Bei Abnahme des Leistungspegels unter -11 dBm wird der Messweg für niedrige Leistung angesteuert.

Bei den Leistungsmessköpfen U2000/1/2H und U2000/1B wurde die **Übergangspunkthysterese** eingeführt, um unnötige Übergänge zu verhindern, wenn der Leistungspegel im Bereich des Übergangspunktes liegt. Die Hysterese sorgt dafür, dass der Messweg für niedrige Leistung bis etwa 1 dB über dem Übergangspunkt beibehalten wird, wenn der Leistungspegel angestiegen ist. Steigt die Leistung über diesen Pegel, wird der Messweg für hohe Leistung ausgewählt. Der Messweg für hohe Leistung wird bis etwa 1 dB unter dem Übergangspunkt beibehalten, wenn der Leistungspegel abnimmt. Sinkt die Leistung unter diesen Pegel, wird der Messweg für niedrige Leistung ausgewählt. 20 dBm ist der Übergangspunkt für die Messköpfe U2000/1/2H, der für die U2000/1B Messköpfe liegt bei 0 dBm.

	Fehler
Verschiebung am Übergangspunkt	≤±0,5% (≤±0,02 dB) typisch
Übergangspunkthysterese	1 dB typisch

Nullstellung, Nullpunktverschiebung und Messrauschen

Für U2000/1/2A:

Bereich[1]	Nullstellung (Intern)	Nullstellung (Extern)	Nulldrift[2]	Messrauschen[3]	Rauschen pro Abtastung[4]
-60 dBm bis -35 dBm	±1,5 nW	±600 pW	*200 pW*	*1 nW*	*N/A*
-38 dBm bis -15 dBm	±2 nW	±1,5 nW	*400 pW*	*1,5 nW*	*90 nW*
-20 dBm bis -9 dBm	±12 nW	±10 nW	*1,5 nW*	*15 nW*	*1 µW*
-11 dBm bis -5 dBm	±2 µW	±500 nW	*50 nW*	*650 nW*	*55 µW*
-7 dBm bis 15 dBm	±4 µW	±1 µW	*500 nW*	*1 µW*	*85 µW*
10 dBm bis 20 dBm	±6 µW	±5 µW	*2 µW*	*10 µW*	*550 µW*

Für U2004A:

Bereich[1]	Nullstellung (Intern)	Nullstellung (Extern)	Nulldrift[2]	Messrauschen[3]
-60 dBm bis -35 dBm	±2,8 nW	±600 pW	*200 pW*	*1 nW*
-38 dBm bis -15 dBm	±3 nW	±1,5 nW	*400 pW*	*1,5 nW*
-20 dBm bis -9 dBm	±12 nW	±10 nW	*1,5 nW*	*15 nW*
-11 dBm bis -5 dBm	±2 µW	±500 nW	*50 nW*	*650 nW*
-7 dBm bis 15 dBm	±4 µW	±1 µW	*500 nW*	*1 µW*
10 dBm bis 20 dBm	±6 µW	±5 µW	*2 µW*	*10 µW*

Für U2000/1/2H:

Bereich[1]	Nullstellung (Intern)	Nullstellung (Extern)	Nulldrift[2]	Messrauschen[3]	Rauschen pro Abtastung[4]
-50 dBm bis -25 dBm	±15 nW	±8 nW	*2 nW*	*10 nW*	*N/A*
-28 dBm bis -5 dBm	±20 nW	±20 nW	*4 nW*	*15 nW*	*900 nW*
-10 dBm bis 1 dBm	±120 nW	±100 nW	*15 nW*	*150 nW*	*10 µW*
-1 dBm bis 5 dBm	±20 µW	±20 µW	*500 nW*	*6,5 µW*	*550 µW*
3 dBm bis 25 dBm	±40 µW	±30 µW	*5 µW*	*10 µW*	*850 µW*
20 dBm bis 30 dBm	±60 µW	±60 µW	*20 µW*	*100 µW*	*5.5 mW*

Für U2000/1B:

Bereich[1]	Nullstellung (Intern)	Nullstellung (Extern)	Nulldrift[2]	Messrauschen[3]	Rauschen pro Abtastung[4]
-30 dBm bis -5 dBm	±1,8 µW	±800 nW	*200 nW*	*1 µW*	*N/A*
-8 dBm bis 15 dBm	±2 µW	±2 µW	*400 nW*	*1,5 µW*	*90 µW*
10 dBm bis 21 dBm	±12 µW	±10 µW	*1,5 µW*	*15 µW*	*1 mW*
19 dBm bis 25 dBm	±2 mW	±1 mW	*50 nW*	*650 µW*	*55 mW*
23 dBm bis 44 dBm	±4 mW	±2 mW	*500 µW*	*1 mW*	*85 mW*

1 Bedingung: (i) 0 °C bis 55 °C und (ii) 40 °C, 95 % relative Feuchtigkeit.

2 Bei konstanter Temperatur innerhalb einer Stunde nach Nullstellung nach 24-stündigem Aufwärmen des Leistungsmesskopfs.

3 Die Anzahl der Mittelbildungen bei 16 im **Normalmodus**, gemessen über ein Intervall von einer Minute und zwei Standardabweichungen.

4 Die Spezifikation „Rauschen pro Abtastung“ gilt nur für den in der Tabelle „Zeitgesteuerte Messungen“ angegebenen „Gated Power“-Arbeitsbereich.

Einschwingzeit

Im **SCHNELLMODUS** (unter Einsatz des Free- Run- Triggers) beträgt die Einschwingzeit für einen Schritt, der die Leistung um 10 dB verringert:

	Zeit
USB-Leistungsmessköpfe der U2000-Serie	*25 ms*[1]

1 Wenn der Leistungsschritt über den automatischen Übergangspunkt des Messkopfs hinausgeht, verlängert sich die Zeit um 25 ms.

Tabelle 3-2 Einschwingzeit für Normalmodus und x2-Modus

Anzahl der Mittelbildungen	**1**	**2**	**4**	**8**	**16**	**32**	**64**	**128**	**256**	**512**	**1,024**
Einschwingzeit[1] (s) (Normalmodus)	*0,045*	*0,09*	*0,17*	*0,34*	*0,66*	*1,3*	*2,6*	*5,2*	*10,4*	*20,9*	*41,9*
Einschwingzeit[1] (s) (x2-Modus)	*0,042*	*0,05*	*0,09*	*0,17*	*0,34*	*0,66*	*1,3*	*2,6*	*5,2*	*10,4*	*20,9*

1 Manueller Filter, leistungssenkender Schritt von 10 dB (keine Überschreitung des Übergangspunkts)

Tabelle 3-3 Rauschmultiplikator für Normalmodus und x2-Modus

Anzahl der Mittelbildungen	**1**	**2**	**4**	**8**	**16**	**32**	**64**	**128**	**256**	**512**	**1,024**
Rauschmultiplikator (s) (Normalmodus)	*2,0*	*1,8*	*1,7*	*1,5*	*1,0*	*0,95*	*0,74*	*0,55*	*0,39*	*0,29*	*0,21*
Rauschmultiplikator (s) (x2-Modus)	*2,7*	*2,4*	*2,0*	*1,6*	*1,0*	*0,91*	*0,78*	*0,53*	*0,34*	*0,29*	*0,20*

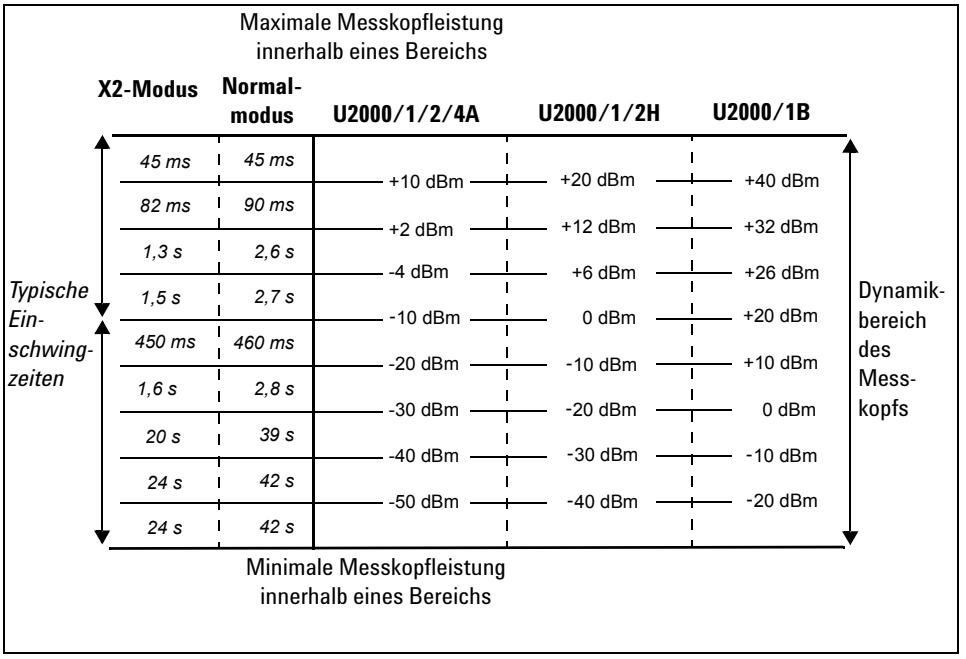


Abbildung 3-13 *Autofilter der U2000-Serie, Standardauflösung, leistungssenkender Schritt von 10 dB (keine Überschreitung des Übergangspunkts)*

Kalibrierfaktor und Reflektionskoeffizient

Der Kalibrierfaktor (CF) korrigiert den Frequenzgang des Messkopfs.

Die Beziehung zwischen Reflexionskoeffizient (Rho oder ρ) und SWR entspricht folgender Formel:

$$SWR = \frac{1+\rho}{1-\rho}$$

Die Höchstwerte für Messunschärfe der CF- Daten sind in den nachstehenden Tabellen angegeben. Da USB- Leistungsmessköpfe der U2000- Serie zwei unabhängige Messwege (für hohe und niedrige Leistung) aufweisen, wird für jeden Messkopf nur ein Satz CF- Daten verwendet, der sowohl für den Messweg für hohe als auch für den Messweg für niedrige Leistung gilt. Die Analyse der Messunschärfe zur Kalibrierung der Messköpfe wurde gemäß ISO- Vorschrift durchgeführt. Bei den auf dem Kalibrierschein angegebenen Daten zur Messunschärfe handelt es sich um expandierte Messunschärfe mit einem Sicherheitsgrad von 95 % und dem Erfassungsfaktor 2.

Unbestimmtheit des Kalibrierfaktors

Frequenz	U2000A
	Maximale CF-Ungenauigkeit (25 °C ±10 °C)
10 MHz bis 30 MHz	1,8%
30 MHz bis 2 GHz	1,6%
2 GHz bis 14 GHz	2,0%
14 GHz bis 16 GHz	2,2%
16 GHz bis 18 GHz	2,2%

Frequenz	U2001A
	Maximale CF-Ungenauigkeit (25 °C ±10 °C)
10 MHz bis 30 MHz	1,8%
30 MHz bis 2 GHz	1,6%
2 GHz bis 6 GHz	2,0%

Frequenz	U2002A
	Maximale CF-Ungenauigkeit (25 °C ±10 °C)
50 MHz bis 2 GHz	2,0%
2 GHz bis 14 GHz	2,5%
14 GHz bis 16 GHz	2,7%
16 GHz bis 18 GHz	2,7%
18 GHz bis 24 GHz	3,0%

Frequenz	U2004A
	Maximale CF-Ungenauigkeit (25 °C ±10 °C)
9 kHz bis 2 GHz	1,8%
2 GHz bis 6 GHz	1,8%

Frequenz	U2000B
	Maximale CF-Ungenauigkeit (25 °C ±10 °C)
10 MHz bis 2 GHz	1,8%
2 GHz bis 12,4 GHz	2,0%
12,4 GHz bis 18 GHz	2,2%

Frequenz	U2001B
	Maximale CF-Ungenauigkeit (25 °C ±10 °C)
10 MHz bis 2 GHz	1,8%
2 GHz bis 6 GHz	2,0%

Frequenz	U2000H
	Maximale CF-Ungenauigkeit (25 °C ±10 °C)
10 MHz bis 8 GHz	2,0%
8 GHz bis 12,4 GHz	2,0%
12,4 GHz bis 18 GHz	2,2%

Frequenz	U2001H
	Maximale CF-Ungenauigkeit (25 °C ±10 °C)
10 MHz bis 6 GHz	2,0%

Frequenz	U2002H
	Maximale CF-Ungenauigkeit (25 °C ±10 °C)
50 MHz bis 8 GHz	2,5%
8 GHz bis 12,4 GHz	2,5%
12,4 GHz bis 18 GHz	2,7%
18 GHz bis 24 GHz	3,0%

Trigger

Externer TTL-Triggereingang	
Trigger niedrig	*<1,1 V*
Trigger hoch	*>1,9 V*
Minimale Trigger-Impulsbreite	*35 ns*
Minimale Trigger-Wiederholungsperiode	*80 ns*
Triggerlatenz	*11 µs ±2 µs*

Zeitgesteuerte Messungen

Zeitgesteuerte Parameter	Leistung der U2000-Serie*
Abtastrate	1,47 Msps
Gate-Durchlaufzeit	0 s < Durchlaufzeit < 0,15 s
Gate-Offsetzeit	0 s < Offsetzeit < 0,15 s
Gate-Auflösung	±1 µs
Gesteuerte Leistung	U2000/1/2A: –25 dBm bis +20 dBm U2000/1/2H: –15 dBm bis +30 dBm U2000/1B: +5 dBm bis +44 dBm
Messgeschwindigkeit	12 ms/Messwert Gate-Durchlaufzeit ≤ 2 ms, Gate-Durchlaufzeit + Gate-Offset < 2,3 ms, Messrate NORMAL)

* (Für U2004A nicht verfügbar)

HINWEIS Gate-Durchlaufzeit und -Offsetzeit dürfen insgesamt höchstens 0,15 s betragen (Durchlaufzeit + Offsetzeit < 0,15 s).

Allgemeine Eigenschaften

Technische Merkmale

Netto-Gewicht	
U2000/1/4A	0,262 kg
U2002A	0,226 kg
U2000/1B	0,762 kg
U2000/1H	0,324 kg
U2002H	0,274 kg
Maße (B x T x H)	
U2000/1/4A	163,75 mm x 46,00 mm x 35,90 mm
U2002A	134,37 mm x 46,00 mm x 35,90 mm
U2000/1B	308,00 mm x 115,00 mm x 84,00 mm
U2000/1H	207,00 mm x 46,00 mm x 36,00 mm
U2002H	164,00 mm x 46,00 mm x 36,00 mm

Lagerung und Transport

Umwelt	Der Messkopf ist in sauberer, trockener Umgebung zu lagern
Temperatur	-30 °C bis +70 °C (Nichtbetrieb)
Relative Luftfeuchtigkeit	Außer Betrieb bis zu 90 % bei 65 °C (keine Kondensation)
Höhe	Außer Betrieb bei bis zu 4.600 Metern

USB-Standard

USB-Geschwindigkeit	Hi-speed 2.0

4 Betriebsablauf

Allgemeine Informationen 58
Funktionsprüfung 59
Austauschbare Teile 62
Betriebsablauf 64
Fehlerbehebung 64

In diesem Kapitel finden Sie Informationen bezüglich Leistungstests, Ersatzteilen und Service.

Allgemeine Informationen

In diesem Kapitel finden Sie Informationen über allgemeine Wartung, Funktionsprüfung, Störungssuche und Instandsetzung der USB- Leistungmessköpfe der U2000- Serie.

Reinigung

Reinigen Sie das Gehäuse der USB- Leistungmessköpfe der U2000- Serie mit einem sauberen, feuchten Tuch.

Reinigung des Anschlusses

VORSICHT Die RF-Steckerkugeln werden beschädigt, wenn sie mit Kohlenwasserstofflösungen wie Aceton, Trichloroethylen, Kohlenstofftetrachlorid und Benzol in Kontakt kommen.

VORSICHT Der Anschluss darf nur an einem Arbeitsplatz ohne statische Aufladung gereinigt werden. Eine elektrostatische Entladung am Mittelstift des Anschlusses zerstört den Leistungsmesskopf.

Eine Lösung aus reinem Isopropyl oder Ethylalkohol kann zur Reinigung des Anschlusses verwendet werden. Dabei ist zu beachten, dass diese Lösungen feuergefährlich sind.

Reinigen Sie die Vorderseite des Anschlusses mit einem in Isopropylalkohol getauchten Baumwolltuch. Wenn das Tuch zu groß ist, verwenden Sie einen mit flusenfreiem Baumwolltuch umwickelten und in Isopropylalkohol getauchten runden Holzzahnstocher.

Zur korrekten Reinigungsmethode siehe Agilent Anwendungshinweis 326, „Grundsätze der Pflege von Mikrowellenanschlüssen“ (5954- 1566) bzw. „Pflege von Mikrowellenanschlüssen“ (08510- 90064).

Funktionsprüfung

Funktionsprüfung von Welligkeitsfaktor (SWR) und Reflexionskoeffizient (Rho)

In diesem Abschnitt wird kein bestimmtes Verfahren für SWR- Tests festgelegt, da mehrere Prüfmethoden und unterschiedliche Ausrüstung für eine Überprüfung von SWR oder Reflexionskoeffizient zur Verfügung stehen. Aus diesem Grunde ist die tatsächliche Genauigkeit der Prüfausrüstung nachzuweisen, wenn die Funktionsfähigkeit des Messgeräts anhand der Spezifikationen überprüft werden soll. Das eingesetzte Prüfsystem darf die Rho- Systemunbestimmtheiten nicht übersteigen, die in den nachfolgenden Tabellen für die Prüfung der USB- Leistungmessköpfe der U2000- Serie angegeben sind.

Tabelle 4-1 Leistungsmesskopf SWR und Reflexionskoeffizient für den U2000A

Frequenz	Tatsächliche Messung	Maximaler Rho	SWR
10 MHz bis 30 MHz		0,070	1,15
30 MHz bis 2 GHz		0,061	1,13
2 GHz bis 14 GHz		0,087	1,19
14 GHz bis 16 GHz		0,099	1,22
16 GHz bis 18 GHz		0,115	1,26

Tabelle 4-2 Leistungsmesskopf SWR und Reflexionskoeffizient für den U2001A

Frequenz	Tatsächliche Messung	Maximaler Rho	SWR
10 MHz bis 30 MHz		0,070	1,15
30 MHz bis 2 GHz		0,061	1,13
2 GHz bis 6 GHz		0,087	1,19

Tabelle 4-3 Leistungsmesskopf SWR und Reflexionskoeffizient für den U2002A

Frequenz	Tatsächliche Messung	Maximaler Rho	SWR
50 MHz bis 2 GHz		0,061	1,13
2 GHz bis 14 GHz		0,087	1,19
14 GHz bis 16 GHz		0,099	1,22
16 GHz bis 18 GHz		0,115	1,26
18 GHz bis 24 GHz		0,130	1,30

VORSICHT Bei Gleichstromspannungen über dem zulässigen Höchstwert (5 VDC) sind Schäden an der Messdiode nicht auszuschließen.

Tabelle 4-4 Leistungsmesskopf SWR und Reflexionskoeffizient für den U2004A

Frequenz	Tatsächliche Messung	Maximaler Rho	SWR
9 kHz bis 2 GHz		0,061	1,13
2 GHz bis 6 GHz		0,087	1,19

Tabelle 4-5 Leistungsmesskopf SWR und Reflexionskoeffizient für den U2000H

Frequenz	Tatsächliche Messung	Maximaler Rho	SWR
10 MHz bis 8 GHz		0,070	1,15
8 GHz bis 12,4 GHz		0,111	1,25
12,4 GHz bis 18 GHz		0,123	1,28

Tabelle 4-6 Leistungsmesskopf SWR und Reflexionskoeffizient für den U2001H

Frequenz	Tatsächliche Messung	Maximaler Rho	SWR
10 MHz bis 6 GHz		0,070	1,15

Tabelle 4-7 Leistungsmesskopf SWR und Reflexionskoeffizient für den U2002H

Frequenz	Tatsächliche Messung	Maximaler Rho	SWR
50 MHz bis 8 GHz		0,070	1,15
8 GHz bis 12,4 GHz		0,111	1,25
12,4 GHz bis 18 GHz		0,123	1,28
18 GHz bis 24 GHz		0,130	1,30

Tabelle 4-8 Leistungsmesskopf SWR und Reflexionskoeffizient für den U2000B

Frequenz	Tatsächliche Messung	Maximaler Rho	SWR
10 MHz bis 2 GHz		0,057	1,12
2 GHz bis 12,4 GHz		0,078	1,17
12,4 GHz bis 18 GHz		0,107	1,24

Tabelle 4-9 Leistungsmesskopf SWR und Reflexionskoeffizient für den U2001B

Frequenz	Tatsächliche Messung	Maximaler Rho	SWR
10 MHz bis 2 GHz		0,057	1,12
2 GHz bis 6 GHz		0,078	1,17

Austauschbare Teile

Tabelle 4- 10 enthält eine Auflistung der austauschbaren Teile. Bei der Bestellung eines Teils geben Sie bitte die Agilent Teilenummer sowie die erforderliche Anzahl an, und adressieren Sie Ihre Bestellung an die zuständige Agilent Niederlassung.

HINWEIS

Innerhalb der USA empfiehlt es sich, direkt beim Teilecenter in Roseville, Kalifornien zu bestellen. Ihre zuständige Niederlassung steht Ihnen mit Informationen und Formularen für das „Direktversandsystem“ gerne zur Verfügung. Sie erfahren bei Ihrer zuständigen Niederlassung auch die gebührenfreien Telefonnummern zum Bestellen von Teilen und Zubehör.

Tabelle 4-10 Austauschbare Teile

Modell	Agilent-Teilenummer	Anz.	Beschreibung
U2000A	U2000-60006	1	U2000A Ersatzmodul
	5190-0062	1	Oberes Etikett für U2000A
U2001A	U2001-60006	1	U2001A Ersatzmodul
	5190-0650	1	Oberes Etikett für U2001A
U2002A	U2002-60006	1	U2002A Ersatzmodul
	5190-0651	1	Oberes Etikett für U2002A
U2004A	U2004-60006	1	U2004A Ersatzmodul
	5190-0652	1	Oberes Etikett für U2004A
U2000B	U2000-60007	1	U2000B Ersatzmodul
	5190-1710	1	Oberes Etikett für U2000B
U2001B	U2000-60008	1	U2001B Ersatzmodul
	5190-1708	1	Oberes Etikett für U2001B
U2000H	U2000-60009	1	U2000H Ersatzmodul
	5190-1709	1	Oberes Etikett für U2000H
U2001H	U2000-60010	1	U2001H Ersatzmodul
	5190-1711	1	Oberes Etikett für U2001H
U2002H	U2000-60011	1	U2002H Ersatzmodul
	5190-1712	1	Oberes Etikett für U2000A
Alle Modelle	5190-0061	2	Mittleres Etikett
	5190-0060	1	Unteres Etikett
	U2000-20001	1	Obere Abdeckung
	U2000-20003	1	Bodenabdeckung

Betriebsablauf

Die nachfolgenden Service- Anweisungen sind unterteilt in Informationen zu Fehlerbehebung und Reparaturen.

Fehlerbehebung

Die USB- Leistungsmessköpfe der U2000- Serie stellen eine Kombination aus Leistungsmesser und Leistungsmesskopf in einem Gerät dar. Wenn die LED mehrfach rot aufleuchtet, liegt ein Hardware- oder Betriebssystemfehler (OS) im Leistungsmesskopf vor. Die LED leuchtet nur dann rot auf, wenn der Leistungsmesskopf den Selbsttest nicht besteht. Mit dem Befehl `SYSTem:ERRor` können die genauen Fehlermeldungen abgerufen werden, die bei dem Leistungsmesskopf auftreten. Bitte schicken Sie den Leistungsmesskopf zur Reparatur an das nächstliegende Service Center. Weitere Informationen siehe “Die LED- Anzeige”.

VORSICHT Eine elektrostatische Entladung zerstört den Leistungsmesskopf. Der Leistungsmesskopf darf nur geöffnet werden, wenn Sie und der Leistungsmesskopf in einer Umgebung ohne statische Aufladung sind.

Reparieren eines fehlerhaften Messkopfs

Die USB- Leistungmessköpfe der U2000- Serie enthalten keine reparierbaren Teile. Wenn Ihr Messkopf einen Defekt aufweist, schicken Sie ihn an das nächstgelegene Agilent Technologies Service Center ein. Das komplette Modul des fehlerhaften Messkopfes wird durch ein entsprechendes Ersatzmodul ausgetauscht. Siehe hierzu Tabelle 4- 10.

Demontage und Montage

Demontage

Zum Zerlegen des Leistungsmesskopfs ist folgendermaßen vorzugehen:

VORSICHT

Der Leistungsmesskopf darf nur an einem Arbeitsplatz ohne statische Aufladung zerlegt werden. Eine elektrostatische Entladung zerstört den Leistungsmesskopf.

Tabelle 4-11 Demontage

	1 Entfernen Sie das obere Etikett.
	2 Um das Gehäuse abzunehmen, lösen Sie die drei Schrauben mit Hilfe eines M2- Schraubendrehers.
	3 Ersetzen Sie das fehlerhafte Messkopfmodul durch ein neues Messkopfmodul. Siehe hierzu Tabelle 4- 10.

Montage

Für die Montage benötigte Werkzeuge:

Werkzeuge	Zweck	Anz.	Drehmoment
M2-Torx-Schraubendreher	Zum Anbringen des Gehäuses	1	3,98 in lbs (1805 g)

Anweisungen zum Zusammenbau:

Die Schritte für die Montage sind dieselben wie bei der Demontage, nur in umgekehrter Reihenfolge.

Demontage und Montage des Dämpfungsgliedes für U2000B und U2001B

Demontage

Für die Demontage benötigte Werkzeuge

Werkzeuge	Zweck	Drehmoment
3/4-Zoll-Drehmomentschlüssel	Zum Lösen des Dämpfungsgliedes	36,29 kg
1/2-Zoll-Schlüssel	Um Drehung zu verhindern	k. A.

HINWEIS Das Dämpfungsglied für U2000B und U2001B darf unter keinen Umständen, mit Ausnahme der jährlichen Kalibrierung, demontiert werden. Durch das Entfernen des Dämpfungsgliedes für U2000B und U2001B wird die Kalibrierung aufgehoben.

Tabelle 4-12 Demontage des Dämpfungsgliedes

1. Lösen Sie die Verbindung mit dem Drehmomentschlüssel.
2. Reinigen Sie anschließend die Drehgewinde des Verbindungsstücks mit IPA. Stellen Sie sicher, dass das kristallisierte Loctite sauber entfernt wird.

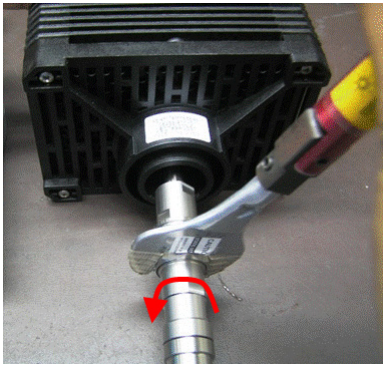
Montage

Für die Montage benötigte Werkzeuge:

Werkzeuge	Zweck	Drehmoment
Loctite Threadlocker 242	Zum Sichern des Verbindungsstücks zwischen Dämpfungsglied und Messkopfanschluss	k. A.
¾ Zoll Drehmomentschlüssel	Zum Befestigen des Dämpfungsgliedes	9,1 kg

Tabelle 4-13 Montage des Dämpfungsgliedes

1 Geben Sie einen Tropfen Loctite auf das erste, zweite und dritte Rohrgewinde des Verbindungsstücks.



2 Befestigen Sie das Verbindungsstück mithilfe des Drehmomentschlüssels.

Anhang

Anhang A: Nullstellung, Nullpunkverschiebung und Messrauschen 70

Anhang A: Nullstellung, Nullpunkverschiebung und Messrauschen

Die folgenden Spezifikationen Tabelle 5- 1 gelten nur für die USB- Leistungsmessköpfe der Agilent U2000- Serie mit dem Serienpräfix wie unten dargestellt:

Modell	Serienpräfix
U2000A	Serienpräfix MY470/SG470 und früher
U2001A	Serienpräfix MY471/SG471 und früher
U2002A	Serienpräfix MY470/SG470 und früher
U2004A	Serienpräfix MY474/SG474 und früher

Tabelle 5-1 Nullstellung, Nullpunkverschiebung und Messrauschen

Bereich[1]	Nullstellung	Nullpunk-verschiebung[2]	Messrauschen[3]
-60 dBm bis -35 dBm	±651 pW	*996 pW*	*1,91 nW*
-38 dBm bis -15 dBm	±1,13 nW	*400 pW*	*2,24 nW*
-20 dBm bis -9 dBm	±12,8 nW	*6,01 nW*	*40,8 nW*
-11 dBm bis -5 dBm	±445 nW	*155 nW*	*1,63 µW*
-7 dBm bis 15 dBm	±4,26 µW	*3,20 µW*	*861 nW*
10 dBm bis 20 dBm	±6,84 µW	*3,39 µW*	*19,5 µW*

1 Bedingung: (i) 0 °C bis 55 °C und (ii) 40 °C, 95 % relative Feuchtigkeit.
2 Bei konstanter Temperatur innerhalb einer Stunde nach Nullstellung nach 24-stündigem Aufwärmen des Leistungsmesskopfs.
3 Die Anzahl der Mittelbildungen bei 16 im **Normalmodus**, gemessen über ein Intervall von einer Minute und zwei Standardabweichungen.

Ihr Spezialist für
Mess- und Prüfgeräte

dataTec GmbH · Ferdinand-Lassalle-Str. 52 · 72770 Reutlingen · Telefon 07121 / 51 50 50 · Telefax 07121 / 51 50 10 · info@datatec.de · www.datatec.de